مجلهٔ علمی پژوهشی «پژوهش‌های برنامهٔ درسی»
انجمن مطالعات برنامهٔ درسی ایران
دورهٔ سیزدهم، شمارهٔ اول، پیاپی ۲۵، بهار و تابستان ۱۴۰۲
صفحه‌های ۱۰۱ - ۱۳۵

توسعه مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان مهندسی برای انطباق با تقاضاهای صنعت ٤.٠: رهنمودهایی برای طراحی و اجرای برنامه‌های درسی جدید دانشگاهی

مصیب بامری[۱]، قاسم سلیمی[۲]، رحمت اله مرزوقی[۳]، سید علی اکبر صفوی[۴]، مهدی محمدی[۵]

چکیده

امروزه این نگاه نهادینه‌شده است که دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی، می‌توانند رویکردهای آموزشی و یادگیری خود را از طریق برنامه درسی ارتقا دهند. مطالعات اخیر نشان داده است که بسیاری از دانشگاه‌های جهان در حال انطباق برنامه‌های درسی و رویکردهای آموزشی خود با نیازهای صنعت ٤.٠ هستند. هدف از مطالعه کنونی، شناسایی مهارت‌های دیجیتالی قابل تامل در تدوین برنامه درسی دانشجویان مهندسی و ارائه سازوکارهایی جهت انطباق شایستگی‌های دانشجویان مهندسی با صنعت ٤.٠ می‌باشد. روش مطالعه، فراترکیب یا سنتز پژوهی با استفاده از گام‌های شش‌گانه سندلوسکی و باروسو (۲۰۰٦) بوده است. با جستجو در پایگاه‌های معتبر تعداد ٦١ مطالعه مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته و مضمون‌سازی گردید. یافته‌های پژوهش نشان داد که مهارت‌های موردنیاز دانشجویان مهندسی در برنامه‌های درسی شامل: ۱. مهارت‌های فناورانه و دیجیتالی؛ ۲. مهارت مهندسی و ۳. مهارت‌های پایه می‌باشد. همچنین یافته‌های پژوهش ۲۱ سازوکار ازجمله ۱. طراحی برنامه درسی منطبق با الزامات صنعت ٤.٠؛ ۲. استفاده و کاربرد عملی فناوری‌های دیجیتال در برنامه‌های درسی موسسات آموزش عالی ۳. تدوین برنامه درسی همگرا براساس فناوریهای نوین و تغییرات بنیادین در ساختار آموزش، محتوای دروس و تدریس ٤. آموزش آزمایشگاه محور و عملی در برنامه‌های درسی آموزش مهندسی؛ ۵. آموزش دانشجویان بر اساس یک بستر فناورانه را جهت توسعه مهارت‌های دیجیتالی در برنامه‌های درسی مهندسی برای انطباق با تقاضاهای صنعت ٤.٠ الزامی می‌داند. در پایان این مقاله، رهنمودهای عملیاتی برای به‌روزرسانی برنامه‌های درسی دانشگاهی ارائه می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: آموزش عالی، صنعت ٤.٠، دانشجویان مهندسی، برنامه درسی، فناوری‌های دیجیتال

---

۱ . دانشجوی دکتری مدیریت آموزشی، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم تربیتی ، m.bamari@shirazu.ac.ir
۲ . دانشیارگروه مدیریت آموزشی، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم تربیتی (نویسنده مسئول). Salimi@shirazu.ac.ir
۳ . استاد، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم تربیتی، rmarzoghi@yahoo.com
٤ . استاد، دانشگاه شیراز، دانشکده مهندسی، safavi@shirazu.ac.ir
۵ . دانشیار، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم تربیتی، M48r52@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۱/۸/۵ تاریخ دریافت مقاله نهایی: ۱٤۰۱/۱۱/۲٤ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۱

مقدمه

تأمل در یافته‌ها و تأکیدات دو مطالعه زیر ورود به حوزه پژوهشی «توسعه مهارت‌های دیجیتالی دانشجویان مهندسی برای انطباق با تقاضاهای صنعت ٤.٠» و طرح پرسش‌های مطالعه کنونی را جذاب خواهد نمود. نخست Matthews, McLinden & Greenway[6]، پژوهشی تحت عنوان افزایش چالش‌های آموزشی عصر صنعتی چهارم در دانشگاه آینده انجام دادند که نتایج این مطالعه نشان می‌دهد «آماده‌سازی دانشجویان برای آینده نامشخص» اساسی‌ترین چالش آموزش عالی در عصر صنعتی چهارم است (Matthews, McLinden & Greenway, 2021). در ادامه مطالعه Tri, Hoang & Dung[7]، تحت عنوان تأثیر انقلاب صنعتی ٤.٠ بر آموزش عالی در ویتنام: چالش‌ها و فرصت‌ها نشان داد محیط‌های مؤسسات آموزش عالی به دنبال چارچوبی جهت تحقق صنعت نسل چهارم هستند تا با کمک این چارچوب به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کمک کنند تا شیوه‌های کیفیت بخشی سنتی خود را دیجیتالی کنند و از طریق پایش مداوم، ابزارها، رویکردها، روش‌شناسی‌های کیفی همسو با تحولات انقلاب صنعتی ٤.٠ را توسعه دهند (Tri, Hoang & Dung, 2021).

بر این اساس برنامه‌های درسی دانشگاهی، به‌روزرسانی و تغییر در آنان مهم و حیاتی است. به‌روزرسانی و به هنگام سازی برنامه درسی اولین اقدام در راستای دیجیتالی شدن و انطباق با صنعت نسل چهارم می‌باشد. در این راستا دانشجویان قبل از هر اقدامی نیاز به یادگیری تئوری‌های بنیادین حوزه مطالعاتی دارند تا بتوانند پس از گذار از مباحث نظری، مهارت‌ها و فعالیت‌ها را به‌صورت عملی انجام دهند. این پیش‌نیاز در قالب برنامه درسی فراهم می‌شود (Najafi, Monjazebi, Nikpeyma, 2007). از طرفی امروزه صنعت تولید با چهارمین انقلاب صنعتی درآمیخته شده است که به آن صنعت ٤.٠[8] می‌گویند (Pervez & Alandjani, 2018). صنعت ٤.٠ و عصر دیجیتال به‌طور چشمگیری بر ویژگی‌های شغلی، کاربرد فناوری اطلاعات در محیط‌های کاری و تقاضا به نیروی کار برخوردار از شایستگی‌های مرتبط با فناوری اطلاعات تأثیر گذاشته است. رهبران آموزش عالی نیز برای همگامی با وضعیت و تسریع در برنامه‌ریزی برای پرورش دانش‌آموختگان باکیفیت و آمادگی لازم برای رفع نیازهای صنعت در تلاش‌اند؛ امّا بر اساس شکاف تقاضای موجود، دانشگاه‌ها مشتاق‌اند ابتدا بدانند که انتظارات صنایع از مهارت‌ها و شایستگی‌های موردنیاز دانش‌آموختگان کنونی و کارگران دیجیتال فردا چیست؟ (Mijailovic, Djordjevic, Stefanovic, Vidovic, Gazizolina and Projovic, 2021). همچنین چشم‌انداز دیجیتال به‌طور فزاینده‌ای در حال تبدیل‌شدن به یک واقعیت در تولید محصولات و ارائه خدمات است اما با

6 . Matthews, McLinden & Greenway
7 . Tri, Hoang & Dung
8. Industry 4.0

وجود توسعه و ارتقای اتوماسیون یا خودکارسازی، تمرکز صنعت ٤.٠ بر روی افراد است. صنعت ٤.٠ از طریق فناوری‌های جدید، اشکال سازمانی جدید و فرآیندهای کاری، خواسته‌های جدیدی را برای کارکنان ایجاد می‌کند. تحول دیجیتال نشان‌دهنده تغییر زمان است و نیاز به انعطاف‌پذیری بالا و توجه به الزامات جدید را مورد تأکید قرار می‌دهد (Pervez et al, 2018).

انقلاب صنعتی چهارم فرایند انتقال داده‌ها از حوزه‌های دیجیتال و واقعیت آفلاین یا برون‌خط از طریق سیستم‌های به‌هم‌پیوسته برای بهبود زندگی را تسهیل می‌کند. فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم به حوزه‌های مختلفی مانند اقتصاد، پزشکی و آموزش وارد شده است. در این میان، نیاز مبرم به نگاهی فراتر از رویکرد آموزشی سنتی موجود وجود دارد. این دغدغه می‌تواند با به‌کارگیری راهبردی فناوری‌های رایج برای آماده‌سازی دانشجویان و اساتید با انواع دانش و مهارت‌های مناسب برطرف شود (Yousef, Walters & Seline, 2020).

فناوری‌های جدید، مشاغل بیشتری را مجبور خودکارسازی نموده‌اند. با منسوخ شدن بیشتر مشاغل، مشاغل دیگری ایجاد خواهند شد و مشاغل جدید به سمت تعامل بیشتر با فناوری‌های دیجیتال سوق داده می‌شوند؛ بنابراین، مجموعه جدیدی از مهارت‌های دیجیتال برای رقابت موفقیت‌آمیز در اقتصاد جدیدی که توسط فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم هدایت می‌شود، موردنیاز است (Yustisia, Jalinus & Rizal, 2021). در همین راستا نتایج مطالعات نشان می‌دهد که تلفیق فناوری‌های دیجیتال در آموزش‌های حرفه‌ای، از طریق انطباق برنامه‌های درسی و تعریف پروژه‌ها در طول دوره آموزشی و شبیه‌سازی محیط‌های کاری آینده برای دانشجویان کنونی به نوسازی سیستم‌های آموزشی کمک می‌کند. براین اساس فناوری اطلاعات‌پایه و اساس فناوری‌های نوظهور مرتبط (داده‌های بزرگ[9]، اینترنت اشیا[10]، هوش مصنوعی[11] و غیره) با چهارمین انقلاب صنعتی است، کشورها برنامه‌های آموزشی جدیدی برای آماده‌سازی مهندسان برای چهارمین انقلاب صنعتی ایجاد کرده‌اند تنها برنامه‌های درسی جدید مستقل با تمرکز بر شایستگی‌های موردنیاز چهارمین انقلاب صنعتی می‌تواند مهندسان را برای چهارمین انقلاب صنعتی آماده کند؛ زیرا برنامه‌های درسی تأثیر مهمی بر مهارت‌های حرفه‌ای دانشجویان دارند. بر این اساس به‌منظور آمادگی برای چهارمین انقلاب صنعتی، به کشورها توصیه می‌شود برنامه‌های درسی جدیدی را برای توسعه شایستگی‌های جدید نیروی کار لازم اجرا کنند (Lieu, Duc, Gleason, Hai & Tam, 2018).

فناوری‌های نوظهور فرصت‌های جدیدی را برای مدل‌سازی، شبیه‌سازی و یا ایجاد مجدد محیط‌های پیچیده ارائه می‌کنند که احتمالاً دانشجویان پس از اتمام تحصیل، خود را در آن‌ها پیدا

9 . Big data
10 . Internt of think
11 . Artificial intelligence

می‌کنند در واقع توانمندسازی دانشجو یعنی توسعه استدلال و قضاوت اخلاقی در زمینه‌های پیچیده، توسعه مهارت‌های رهبری و مدیریت در زمینه‌های پیچیده، توسعه مالکیت در فرآیند یادگیری می‌باشد (Bryer & Seigler, 2012).

همچنین مطالعات نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال می‌توانند سهم ارزنده‌ای در بهبود شرایط تدریس، به‌روزرسانی حرفه‌ای و توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌های ضروری در زمینه صنعت ٤.٠ داشته باشند (Salimi, Salimi, Taghipoor, Mokhtarname, Safavi & Urbas, 2022)؛ به واقع آموزش مهندسی امروز، نیازمند مهارت‌هایی است که نه‌تنها باید در برنامه‌های‌درسی جدید منعکس شود، بلکه باید در تنظیم مجدد فرایندهای یاددهی و یادگیری جایگاهی ارزنده داشته باشد، چرا که این تغییرات بر اساس نیازهای محیط‌های کاری جدید شکل‌گرفته است. بهبود مهارت‌هایی مانند خلاقیت، حل مسئله، تصمیم‌گیری سریع فنی و تفکر انتقادی یک هدف نهایی برای توسعه تخیل و نوآوری دانشجویان است؛ البته نباید فراموش کرد که هم دانشگاه‌ها و هم شرکت‌ها با چالش‌های عظیمی روبرو هستند که تنها با همکاری ذینفعان مختلف قادر به حل‌وفصل موفقیت‌آمیز آن خواهند بود (Pervez et al, 2018).

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که در حال حاضر دانشجویان مهندسی مفاهیم و فنون مرتبط با صنعت ٤.٠ را در برنامه‌های درسی آموزش نمی‌بینند عمدتاً به دلایل فقدان مدرسان و متخصصان آموزش‌دهنده واجد شرایط یا دسترسی به مجموعه مهارت‌های فناوری خاص، مانند چاپ سه‌بعدی، واقعیت افزوده و دوقلوهای دیجیتال است (Abedi, Jafari & Amiri, 2019). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نوع عملکرد مهندسان و آموزش مهندسی ممکن است در صنعت نسل چهارم تا حدودی تغییر شکل یابد و یا کاملاً تغییر یابد. در این راستا رویکرد صنعت به‌جای تأکید بر روش‌های مهندسان سنتی به عملکرد داده محور و سیستم‌های فیزیکی سایبری تغییریافته است. تأکید بر مهارت‌هایی مانند تجزیه‌وتحلیل «داده‌های بزرگ» و رابط‌های جدید انسان و ماشین در برنامه‌های درسی مهندسان نیاز به اصلاح دارد. پژوهشگران مجموعه‌ای از موارد غنی‌سازی برنامه درسی را به‌عنوان مبنای اصلاحات پیشنهاد داده‌اند (Sackey & Bester, 2016).

واقعیت آن است که، دانش چند رشته‌ای برای تقویت روند یاددهی - یادگیری به سمت محیط‌های یادگیری صنعت نسل چهارم[12] لازم است تا در زمینه‌های دانشگاهی ارتقا یابد و تدریس را با نیازهای جدید آموزش مهندسی سازگار کند. این آزمایشگاه یک محیط یادگیری را فراهم می‌کند که در آن دانشجویان می‌توانند اصول مجموعه‌ای از جدیدترین فن‌آوری‌های دیجیتال در بخش صنعتی را هم‌زمان با تعامل با یک بخش صنعتی از رویکرد مشترک مطالعه کنند؛ بنابراین، منجر به ارتقا یک محیط چند رشته‌ای که در آن صلاحیت‌های محیط‌های یادگیری صنعت نسل چهارم کسب

12 . Fourth generation e-learning environments

می‌شود. این چالش‌ها شامل رویکردهای فردی و تیمی بر اساس یادگیری مبتنی بر مسئله است که در آن آزمایشگاه به‌عنوان یک محیط صنعتی برای بحث، تمرین و یادگیری عمل می‌کند. کارهای آینده در ارزیابی ابتکار عمل و یادگیری دانشجویان و همچنین جستجوی هم‌افزایی با سایر اقدامات برای ادغام آزمایشگاه فناوری صنعت نسل چهار در یک شبکه بین‌المللی محیط‌های یادگیری صنعت نسل چهارم تمرکز خواهد داشت (Prieto, Sobrino, Soto, Romero, Biosca & Martinez, 2019). بررسی ادبیات نیز نشان داد که پژوهش‌های مرتبط با شایستگی‌های نسل چهارم کمیاب است. جان کلام پژوهش‌ها و آثار تجزیه‌وتحلیل شده عمدتاً تأکید می‌کنند که محیط کار تغییر خواهد کرد، با این‌حال هیچ مدل چشم‌انداز یا شایستگی خاصی ارائه نشده است. نمی‌توان انتظار داشت که یک کارمند تمام شایستگی‌های موجود در مدل‌های شایستگی را به ارمغان آورد، امّا با ترکیب برخی از آن‌ها بسته به موقعیت، می‌توان مشخصات مختلف را توصیف کرد. نتایج این تلفیق ها نیز می‌تواند در طراحی برنامه‌های درسی مبتنی بر شایستگی استفاده شود (Prifti, Knigge, Kienegger & Krcmar, 2017). پرسش‌های اساسی زیر پرسش‌هایی هستند که کانون مطالعه پیش رو است: چه مهارت‌های دیجیتالی برنامه درسی برای انطباق با صنعت ٤.٠ برای دانشجویان مهندسی موردنیاز است؟ و چه سازوکارهای برای توسعه مهارت‌های دیجیتالی با کمک طراحی و غنی‌سازی برنامه‌های درسی دانشگاهی باید دنبال کرد تا آموزش عالی بتواند به تقاضاهای صنعت ٤.٠ پاسخ دهد؟

روش‌شناسی پژوهش

روش مطالعه، فراترکیب یا سنتز پژوهی با استفاده از گام‌های ششگانه سندلوسکی و باروسو[13] (۲۰۰٦) بوده است. بر اساس تعریف نوبلیت و هیر[14] (۱۹۸۸) فراترکیب نوعی مطالعهٔ کیفی است که اطلاعات و یافته‌های استخراج‌شده از مطالعات کیفی مرتبط با موضوع یا بدنه دانش و مشابه آن را بررسی می‌کند. سپس با نگرشی سیستماتیک به ترکیب یافته‌های کیفی پژوهش‌های دیگر، به کشف مقوله‌های جدید و اساسی منجر می‌شود؛ بنابراین روش فراترکیب یکی از روش‌های جدید سنتز در حوزه مطالعات کیفی است که می‌تواند در گسترش و خلق تئوری‌ها، پژوهشگران را یاری نماید. فراترکیب نوعی مطالعه کیفی است که یافته‌های سایر پژوهش‌های کیفی درزمینه‌ی یک موضوع را به‌عنوان داده با هدف تفسیر، مقایسه و ترجمه به کار می‌گیرد تا به یک دانش جامع دست یابد(Abedi et al, 2019). این تفسیرها درواقع برداشت‌ها و نتیجه‌گیری‌هایی هستند که از بررسی تمام مطالعات مرتبط با آن پدیده خاص برگرفته‌شده و یافته‌ها و تفسیرهای جدیدی که از مطالعه

13. Sandelowski & Barroso
14. Noblit & Hare

فراترکیب به دست می‌آید، در هیچ‌یک از مطالعات اولیه یافت نمی‌شوند (Sandelowski & Barroso, 2006). همچنانکه اشاره گردید این روش پژوهش، مبتنی بر شش گام سندلوسکی و باروسو (۲۰۰٦) می‌باشد که عبارت‌اند از: ۱- بیان مسئله و تنظیم پرسش‌های پژوهش ۲- جستجوی منابع ۳- ارزیابی کیفیت ٤- تجزیه‌وتحلیل مطالعات ٥- ترکیب یافته‌ها و ٦- اعتباریابی.

شایان ذکر است به دلیل پیچیدگی‌ها و ظرافت‌های ویژه‌ی روش فراترکیب، توصیه شده است که گروهی از پژوهشگران با تجارب و مهارت‌های مختلف در فراترکیب حضورداشته باشند، به‌گونه‌ای که ارتباط، مشاوره و بحث پیرامون روند کار به‌طور مستمر بین آن‌ها در جریان باشد. حضور یک کتابدار مرجع[15] در تیم فراترکیب به‌عنوان متخصص جستجوی ادبیات موضوع، می‌تواند تا ۵۰ درصد، نتایج جستجو شده توسط خودِ پژوهشگران را افزایش دهد (Mohammadi, Saberi, Salimi & Noori, 2018). Paterson, Thorne, Canam & Jillings (2001) ابراز می‌دارند که هیچ پژوهشگر مطالعات کیفی به‌تنهایی نمی‌تواند مدعی باشد که در همه نظریه‌ها و روش‌های مرتبط مطالعات کیفی دارای مهارت است بنابراین در انجام فراترکیب بهتر است تیمی از پژوهشگران با تجارب و مهارت‌های متفاوت شرکت داشته باشند و بصورت مرتب با یکدیگر در تماس و هم اندیشی باشند. درواقع اعضای تیم فراترکیب باید دارای ویژگی‌هایی ازجمله تجربه در تحلیل پژوهش‌های کیفی، تبحر در تحلیل و درک تئوری‌ها، علاقه به پدیده‌ی موردنظر، انجام مطالعات قبلی در این زمینه و متعهد به‌صرف زمان و انرژی لازم برای انجام فراترکیب باشند (Najafi et al, 2013). بر این اساس، اعضای تیم فراترکیب حاضر را دو نفر متخصص آموزش عالی و آموزش مهندسی، یک نفر متخصص روش فراترکیب با همراهی یک نفر از اعضای هیئت‌علمی دانشگاه شیراز در رشته علم اطلاعات و دانش‌شناسی به‌عنوان متخصص پایگاه‌های اطلاعاتی تشکیل می‌دادند. متخصص پایگاه‌های اطلاعاتی به‌منظور اطمینان و اعتباربخشی به جستجوی جامع و نظام‌مندِ پیشینه مرتبط با موضوع و یافتن منابع موردنیاز، در تیم فراترکیب حضور یافت. روش‌شناسی این مطالعه از گام‌های زیر تبعیت نموده است:

۱. گام‌های فراترکیب

۱ ۱. بیان مسئله و تنظیم پرسش‌های پژوهش

اولین گام فراترکیب کیفی، موضع‌گیری فلسفی و تصور درباره‌ی موضوع اصلی فراترکیب است. در این مرحله، پژوهشگران پرسش پژوهشی خود را که می‌تواند دربرگیرنده‌ی ابعاد مختلفی مثل چه چیزی، چگونه، چه روشی و... باشد، طراحی می‌کنند. پرسش پژوهشیِ طراحی‌شده -که بیش‌ازحد محدود یا گسترده نیست- باید به‌وضوح به مسئله‌ی پژوهشی اشاره

15. Referene Librarian

کند. همچنین پژوهشگران در این مرحله، باید اهداف پژوهشی و منابع در دسترس را مشخص کنند، درباره‌ی پدیده‌ی اصلی موردمطالعه تصمیم بگیرند و معیارهای شمول و خروج مقالات در مرور را نیز تعیین نمایند (Sandelowski & Barroso, 2007). انقلاب صنعتی ٤.٠ پیشرفت‌های عظیمی را در همه رشته‌ها، اقتصادها، صنایع و تحولات تجاری ایجاد نموده است. پیشرفت فناوری‌های جدید و تقاضاهای در حال تغییر، پارادایم‌های فیزیکی، دیجیتالی، بیولوژیکی و دنیای مهندسی را در هم می‌آمیزند. تأثیر، تغییر و تغییر بسیاری از رشته‌ها به‌ویژه در درک هنجار، فرهنگ و همچنین نحوه زندگی، کار و زندگی انسان و جامعه. همین امر در مورد صنعت آموزش نیز صدق می‌کند. صنعت ٤.٠ انگیزه جدیدی به تحول آموزش داده است. ما منتظر تغییرات نوآورانه در آموزش هستیم. ما برنامه درسی را پیش‌بینی می‌کنیم که بر اساس چارچوب‌های فیزیکی دیجیتال، هوش مصنوعی تنظیم شود. تغییرات عمیق‌تری در جنبه‌های اصلی محتوا، ارائه، آموزش و ساختار آموزش انتظار می‌رود (Pattanapairoj, Jamrus, Nanthapodej & Sethanan, 2020) و از طرفی فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، علم داده، یادگیری عمیق، واقعیت افزوده و دوقلوهای دیجیتال فرصت‌ها، چالش‌ها و راه‌حل‌های جدیدی را برای بسیاری از حوزه‌ها ازجمله کشاورزی، علوم گیاهی، علوم حیوانی، علوم غذایی و علوم اجتماعی به ارمغان می‌آورند. این فناوری‌های در مرکز انقلاب صنعتی چهارم قرار دارند، اما آیا ما هنوز آماده آموزش و آماده‌سازی نسل‌های جدید هستیم تا به جامعه، علم و بشریت کمک کنیم تا آن‌ها را با تحولات آینده سازگار کنند؟ چگونه می‌توانیم برنامه درسی فعلی را تغییر دهیم تا این نوآوری‌های فناوری را منعکس کنیم؟ چگونه می‌توانیم به نسل جدید کمک کنیم تا مهارت‌های خود را نیز توسعه دهند؟ (Nithyanandam, Munguia & Marimuthu, 2018). ازاین‌رو، دانشگاه‌ها به‌منظور انطباق با صنعت ٤.٠ و ماندگاری در عرصه رقابت در جذب دانشجویان، استادان و پژوهشگران و همچنین افزایش اعتبار بین‌المللی و دستیابی به منابع سرمایه‌گذاری خارجیِ جدید، ضرورت دارد تا در برنامه درسی خود تجدیدنظر نمایند. علیرغم اینکه برنامه‌هایی از سوی دانشگاه‌های دنیا در راستای صنعت ٤.٠ ازجمله تغییرات در برنامه درسی صورت گرفته است؛ اما در مؤسسات و مراکز آموزش عالی داخل کشور، خیلی به آن پرداخته نشده است. ازاین‌رو، کاوشی در زمینه مهارت‌های دیجیتالی برنامه‌های درسی با راهبرد پژوهشیِ فراترکیب موردتوجه این مطالعه قرار گرفت. پژوهشگران پیش از آغاز این مطالعه و طرح پرسش‌های کلیدی به این اطمینان رسیدند که پژوهش‌های پیشین در کشور، به برنامه درسی دانشگاهی در مقوله‌های متفاوتی پرداخته‌اند؛ ولی در این میان، تاکنون پژوهشی که با رویکردی کاربردی، جهت شناسایی مهارت‌های دیجیتالی برنامه درسی در آموزش عالی ارائه نماید که بتوان از آن برای آموزش

در دانشگاه‌ها استفاده نمود، انجام‌نشده است. بدین ترتیب هدف پژوهش حاضر، شناسایی مهارت‌های دیجیتالی موردنیاز برای انطباق با تقاضاهای صنعت ٤.٠ بوده و پرسش محوری پژوهش عبارت است از: ۱. بر اساس مطالعات موجود، مهارت‌های دیجیتالی موردنیاز برای انطباق با تقاضاهای صنعت ٤.٠ کدامند؟ ۲. سازوکارهای توسعه مهارت‌های دیجیتالی با کمک طراحی و غنی‌سازی برنامه‌های درسی جدید دانشگاهی کدامند؟

۱،۲. جستجوی منابع

گام دوّم انتخاب مطالعات واجد شرایط برای ورود به فراترکیب است. تلاش‌های قابل‌توجه برای ایجاد یک لیست جامع از مطالعات ممکن در فراترکیب ضروری است. پژوهشگران با شناسایی کلمات کلیدی می‌توانند به تمام پایگاه‌های موجود در داخل محدوده تاریخ، دسترسی پیدا کنند. ازاین‌رو آشنایی با نحوه استفاده از پایگاه داده‌های مختلف بر اساس سرفصل‌های موضوع و جمع‌آوری مطالعات مشخص‌شده ازجمله ادبیات خاکستری مانند پایان‌نامه‌ها و گزارش‌های تحقیقاتی باید حاصل باشد (Abedi et al, 2019). در فراترکیب مطالعات زیادی مرور می‌شوند، اما هدف این است که افق دید افراد گسترش یابد و دانش تازه‌ای حاصل شود. برای پژوهشگرانی که پژوهش‌های خود را به روش فراترکیب انجام می‌دهند بهتر آن است همه مطالعات مرتبط در حوزه موردنظر و نه نمونه‌ای از آن‌ها را وارد مطالعه کنند؛ بنابراین ضروری است جستجوی جامعی بر اساس عنوان و حوزه موردعلاقه پژوهشگر مانند آنچه در مرحله اولیه یک مرور سیستماتیک صورت می‌گیرد، انجام شود (Najafi et al, 2013)؛ بنابراین فرایند جستجو و بازیابیِ منابع شامل پارامترهای متعددی مثل موضوع موردنظر، اعضای نمونه، زمان و روش است. علاوه بر پارامترها، انواع روش‌های جستجو (دستی، الکترونیک، ...) و عبارت‌های مورد جستجو نیز باید مشخص شوند (Mohammadi et al, 2018). در مرحله‌ی جستجوی منابع، به‌منظور انجام جستجویی جامع و همه‌جانبه و انتخاب مشارکت‌کنندگان بخش فراترکیب، علاوه بر جستجوی نظام‌مند پایگاه‌های استنادی و اطلاعاتی، جستجو به روش دست‌چینی[16] و همچنین جستجوی دستی مجلات نیز مورداستفاده قرار گرفت. در مورد روش دست‌چینی باید این توضیح را اضافه کرد که برخی صاحب‌نظران با موضع‌گیری علیه جستجوهای خطی و نظام‌مند در فراترکیب معتقدند: مسیر جستجوها در فراترکیب باید کاملاً واگرا باشد. هر جزء از اطلاعاتی که در هر مرحله حاصل می‌شود، افق جدیدی به سمت جستجوها و منابع جدید باز می‌کند و درنهایت ایده‌های فوق‌العاده‌ای در شکل‌گیری ادراک جدید از پدیده در اختیار بازنگر قرار می‌دهد. به‌عبارت‌دیگر، جستجوها در

16. Berry picking

فراترکیب با یک مجموعه‌ی از پیش تعیین‌شده‌ی نهایی از منابع کامل نمی‌شود، بلکه با انتخاب مجموعه‌ای از منابع طی چند مرحله و کسبِ بخشی از اطلاعات در هر مرحله تکمیل می‌گردد. این شیوه‌ی بازیابی بخشی از اطلاعات در هر مرحله –که با اصلاحات و تکمیلِ دائمی همراه است– را شیوه‌ی "دست‌چین کردن" می‌نامند (Sandelowski, Barroso,Gollop, Collins, 2003 Pearce, & Meynell, و Finegold-Kant and Johnso, 2013).

در جستجوی این مطالعه از کلیدواژه‌های:

Industry4.0 OR "industry 4.0" OR I4.0 "I 4.0" OR "fourth industr* revolution 4.0" OR "industr* revolution 4.0" OR "industr* 4.0 Revolution" AND digital OR "digital*" OR digitalization OR "digital 4.0" AND Curriculum OR "Curriculum 4.0" استفاده گردید. Barroso et al (2003) معتقدند، جستجوی منابع را می‌توان به یک بازه‌ی زمانی محدود کرد درصورتی‌که پژوهشگران توجیه مناسبی برای انتخاب نقاط ابتدایی و انتهایی بازه‌ی زمانی جستجو داشته باشند (Barroso et al, 2003). در پژوهش حاضر، مقالات به زبان انگلیسی و بازه‌ی زمانیِ جستجو، محدود از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۲ در نظر گرفته شدند زیرا برای اولیّن بار در سال ۲۰۱۱ پدیده صنعت ٤.۰ در نمایشگاه هانوفر آلمان ارائه شد. نتایج حاصل از جستجوی جامعِ صورت گرفته و ۳۱۹ مقاله از وب‌آوساینس، ۱۱۸ مقاله اسکو پوس و ٤۸ مقاله گوگل اسکو لار (جمعاً ٤۸۵ عدد مقاله پژوهشی) بود که تحت عنوان مقالات اولیه در جدول‌هایی در قالب فایل‌های اکسل ثبت شدند و متن کامل این مقالات، جهت انجام بررسی‌های دقیق‌تر، وارد مرحله‌ی ارزیابی کیفیت گردید. جدول ۱ جزئیات فرایند جستجوی نظام‌مندِ پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

جدول ۱ جزئیات فرایند جستجوی آنلاین یا برخط منابع به روش نظام‌مند

پایگاه‌های اطلاعاتی و استنادی مورد جستجو	وب‌آوساینس، اسکوپوس و گوگل اسکالر
کلیدواژه‌های جستجو	**industry4.0 OR "industry 4.0" OR I4.0 "I 4.0" OR "fourth industr* revolution 4.0" OR "industr* revolution 4.0" OR "industr* 4.0 Revolution" AND digital OR "digital*" OR digitalization OR "digital 4.0" AND Curriculum OR "Curriculum 4.0"**
جستجو در	**عنوان مقاله، چکیده، محتوا**
ی زمانی[17]محدودیت در بازه	**از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۲**
محدودیت در نوع سند[18]	**مقاله[19]**
نوع دسترسی[20]	همه

17. Date range (inclusive)
18. Document type
19. Article
20. Access type

به‌منظور افزایش اعتبار جستجو، پژوهشگران از یکی از اساتید دانشگاه شیراز در رشته علم‌سنجی کمک گرفتند و همچنین در تمام مراحل فرایند فراترکیب، از روش جستجوی دست‌چینیِ منابع نیز بهره برده شد، زیرا برخی پژوهش‌های مرتبط، به دلایل مختلف ازجمله عدم استفاده از واژه‌های کلیدیِ استاندارد، در جستجوی آنلاینِ پایگاه‌ها، یافت نمی‌شوند. بعلاوه، بامطالعه‌ی هر مقاله- در صورت نیاز- منابع جدید و مفیدِ موجود در مقاله نیز که به روشن شدنِ موضوع کمک می‌کردند، موردبررسی قرار گرفت و در صورت سازگاری با معیارهای شمول حاضر، به مقالات موردبازنگری اضافه شدند. به‌طورکلی، با این شیوه‌های جستجو، حذف یا افزودن مقاله‌ی جدید به بازنگری در هر گام از فراترکیب ممکن بود. فرایند جستجو تا رسیدن به اشباع نظری داده‌ها[۲۱] ادامه یافت.

معیارهای شمول مقالات در بازنگری به‌صورت زیر تعیین گردید:

۱. مقالاتی که در مجلات معتبر بین‌المللی چاپ‌شده باشند.

۲. مقالاتی که با روش کیفی انجام‌شده‌اند و یا مقالات با روش ترکیبی که نتایج کیفی و کمی آن‌ها از یکدیگر قابل‌تفکیک باشند (برای استفاده از نتایج بخش کیفی مقاله).

۳. مقالات عملی که باهدف هدف و موضوع دیجیتالی شدن و آموزش عالی در حوزه‌ی صنعت ٤.٠ انجام‌شده باشند.

۳ ۱. ارزیابی کیفیت

در این بخش، پس از جستجو و انتخاب منابع موردنظر، فرایند کار با ارزیابی هر گزارش به‌صورت مجزا و سپس با ارزیابی تطبیقی (مقایسه‌ای) بین گزارش‌ها ادامه می‌یابد. ارزیابیِ تک‌به‌تکِ[۲۲] گزارش‌ها، با خواندن چندین‌باره‌ی هر گزارش تا آشنایی کامل با محتوا، نقاط قوت و ضعفِ روش‌شناسی و شناسایی یافته‌های هدف انجام می‌شود. ارزیابی تطبیقیِ[۲۳] بین گزارش‌ها، به پژوهشگر این امکان را می‌دهد که گزارش‌های با نمونه‌های یکسان یا مشابه را شناسایی کند، اطلاعات ازدست‌رفته یا مورد غفلت قرارگرفته را تعیین نماید و بر خلاصه‌سازی و نمایشِ یافته‌ها متمرکز شود (Sandelowski et al, 2007).

برای انتخاب مقالات مناسب جهت تجزیه‌وتحلیل نهایی، بر اساس الگوریتم موجود در شکل (۱)، مقالات طبق شاخص‌های مختلفی مانند عنوان، چکیده و محتوای آن‌ها، موردمطالعه و ارزیابی قرار گرفتند. در این گام؛ پژوهشگران، مقالات را چندین مرحله بررسی و بازبینی کرده و در هر مرحله، تعدادی از مقالات حذف شدند. به‌طوری‌که از بین ٤٨٥ مقاله یافت شده، پس از بررسی عنوان مقالات، تعداد آن‌ها به ۳۹۸ مقاله رسید و پس از بررسی چکیده مقالات، تعداد آن‌ها به ۲۳٦

21. Data saturation
22. Individual appraisal
23. Comparative appraisal

مقاله کاهش یافت. در مرحله بعدی با بررسی محتوای مقالاتِ باقیمانده و با توجه به نظر اساتید تیم پژوهشی، درنهایت تعداد ٦١ مقاله، تائید و نهایی شدند.

شکل (۱) الگوریتم انتخاب مقالات

۴ ۱. تجزیه‌وتحلیل مطالعات

مفاهیم اولیه با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی باهدف احصای مضامین پایه[۲۴]، سازمان دهنده[۲۵] و فراگیر[۲۶] مربوط به مؤلفه‌های برنامه درسی دانشگاهی استخراج شدند. این مفاهیم با تکنیک دسته‌بندیِ[۲۷] یافته‌ها، تکنیک کمی فرا چکیده‌نویسی[۲۸] و درنهایت با تکنیک طبقه‌بندیِ یافته – ها، مدنظر سندلوفسکی و باروسو (۲۰۰۷)، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

۴ ۱. دسته‌بندی و فرا چکیده‌نویسی

سَندوفسکی و باروسو (۲۰۰۷) تکنیک دسته‌بندیِ یافته‌ها و تکنیک کمی فرا چکیده‌نویسی را به‌منظور تحلیل یافته‌های کیفی، معرفی می‌کنند. در دسته‌بندی، ایده‌ها یا موضوع‌های موردنظر فراترکیب، شناسایی و استخراج‌شده و در دسته‌های مشخصی قرار می‌گیرند. در کنار تکنیک دسته‌بندی، فرا چکیده‌نویسی نیز، به دلیل ایجاد مبنایی قوی‌تر و تعاملی‌تر برای تفسیرهای جدید در فراترکیب، ابزاری بسیار مفید تلقی می‌شود. این ابزار کمی، درواقع فرایند استخراج، مجزاسازی، ویرایش، گروه‌بندی و درنهایت خلاصه‌سازیِ یافته‌های متنی به‌صورت مجموعه‌ای از اعداد و گزاره‌هاست. یکپارچه‌سازیِ یافته‌ها در فرا چکیده‌نویسی، تنها یک کار فنی نیست، بلکه فرایندی است برای رسیدنِ گروه پژوهشی به‌نوعی اجماع که قبل از مرحله‌ی نهاییِ فراترکیب به آن نیازمندند. شمارش، به گروه کمک می‌کند تا بر مشابهت‌ها، تفاوت‌ها، شدت، پراکندگی در جنسیت، تعداد مشارکت‌کنندگان، کشورِ انجام مطالعه و روش‌شناسی پژوهش‌ها متمرکز شوند.

۴ ۱. ایجاد طبقه‌بندی از یافته‌ها

یکی دیگر از ابزارهای تحلیل و تبدیل یافته‌ها به شکل مفهومی، ایجاد طبقه‌بندی[۲۹] از یافته‌هاست. طبقه‌بندیِ یافته‌ها بامطالعه‌ی دقیق یافته‌ها و به‌صورت استقرایی ساخته می‌شود و با رفت‌وبرگشتِ مستمر بین یافته‌ها و طبقه‌بندی، توسعه می‌یابد (Sandelowski et al, 2003). نکته‌ی اساسی اینکه، تکنیک طبقه‌بندی، با تکنیک دسته‌بندی – مدنظر سَندلوفسکی و باروسو (۲۰۰۷)– تفاوتی مهم دارد. دسته‌بندی؛ نوعی سازمان‌دهی و قرار دادن یافته‌ها در دسته‌های مختلف است، درحالی‌که در طبقه‌بندی؛ ارتباطاتِ سلسله مراتبیِ یافته‌ها در هر دسته نیز مشخص می‌گردد.

24. Basic
25. Organizing
26. Global
27. Classification
28. Meta-summery
29. Taxonomy

۵ ۱. ترکیب یافته‌ها

مرحله‌ی ترکیب یافته‌ها، با یافتن استعاره‌ها[۳۰] و مفاهیم اصلی هر گزارش و مقایسه‌ی آن با سایر استعاره‌ها یا مفاهیم همان گزارش یا دیگر گزارش‌ها انجام می‌شود. زبان مورداستفاده در ترکیب باید دربرگیرنده‌ی استعاره‌های جدیدی باشد که در عین اختصار، بسیار زیرکانه‌تر، گسترده‌تر، واضح‌تر و معتبرتر از استعاره‌های مورداستفاده در مطالعات اولیه باشند (Noblit & Hare, 1988). طی مرحله‌ی ترکیب، پژوهشگران این فرصت رادارند تا نقاط قوت و ضعف و همچنین سهم[۳۱] هر مطالعه در حوزه‌ی موردنظر را منتقدانه تفسیر نموده و با ارائه‌ی پیشنهادهای جایگزین، حوزه‌ی جدیدی را بازطراحی کنند (Bondas & Hall, 2007). Paterson, Throne, Canam & Jillings (2001) ترکیب یافته‌ها را به‌عنوان فرایند غیرخطیِ تفکر، تفسیر، خلق، نظریه‌پردازی و بازخورد معرفی می‌کنند. این گام که منجر به ایجاد شناسایی مهارت‌های دیجیتالی برنامه درسی دانشجویان مهندسی شد؛ که در قسمت یافته‌های پژوهش به‌طور مفصل بیان‌شده است.

۶ ۱. اعتبار یابی[۳۲] یافته‌ها

فراترکیب گران می‌بایست از آغاز تا انجام فرایند، در اندیشه‌ی راهکارهای مناسب به‌منظور ارتقای اعتبار پژوهش خود باشند. سَندلوفسکی و باروسو (۲۰۰۷) چهار نوع اعتبار یابی را برای فراترکیب معرفی می‌کنند:

۱ ۶ ۱. اعتبار یابی توصیفی[۳۳]: شناسایی تمامی گزارش‌های مرتبط و تشخیص مشخصه‌های هر گزارش.

۲ ۶ ۱. اعتبار یابی تفسیری[۳۴]: ارائه‌ی تمام و کمال ادراک و نقطه نظرات پژوهشگران از گزارش‌ها.

۳ ۶ ۱. اعتبار یابی نظری[۳۵]: اعتبار روش‌هایی که فراترکیب گر به‌منظور یکپارچه‌سازی و تفسیر یافته‌های پژوهشی توسعه داده و به کار می‌برد.

۴ ۶ ۱. اعتبار یابی عملی یا عملگرا[۳۶]: به معنای سودمندی، قابلیت انتقال دانش، کاربردی بودن و مناسب بودن فراترکیب.

فرایندهایی که منجر به ارتقای اعتبار فراترکیب کیفی می‌شود را می‌توان در جدول (۲) به‌طور خلاصه بیان کرد:

30. Metaphors
31. Contribution
32. Validating
33. Descriptive
34. Interpretive
35. Theoretica
36. Pragmatic

جدول ٤-۲- فرایندهای بهینه‌سازی اعتبار فراترکیب (سَندلوفسکی و باروسو، ۲۰۰۷)

نوع اعتبار یابی	توصیفی	تفسیری	نظری	عملی
ارتباط با نویسندگان مطالعات اولیه	❋	❋		
مشورت با کتابدار مرجع	❋			
مشورت با متخصص پژوهش‌های فراترکیب			❋	
مشورت با متخصص آموزش عالی				❋
جستجوی مستقل منابع حداقل توسط دو بازنگر	❋			
ارزیابی مستقل هر گزارش حداقل توسط دو بازنگر	❋	❋		
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور بحث درباره‌ی نتایج جستجوها وشکل‌دهی و اصلاح راهبردهای جستجوی منابع	❋			
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور بحث درباره‌ی نتایج ارزیابی‌ها و تصمیم‌گیری درباره‌ی راهبردهای ارزیابی مطالعات	❋	❋		
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور تثبیت حوزه‌های موردتوافق و مذاکره درباره‌ی حوزه‌ها و موارد شامل اختلاف‌نظر تا رسیدن به اجماع	❋	❋	❋	
مستندسازی از تمام فرایندها، رویه‌ها، تغییرات درروند کار و نتایج. برگزاری نشسته‌ای تیمیِ تفکر با صدای بلند.	❋	❋	❋	❋

۲. ملاحظات اخلاقی:

رعایت امانت در انتقال اطلاعات از مجلات مختلف و همچنین نویسندگان، ازجمله ملاحظات اخلاقی این بخش بوده است.

جدول شماره (۱) پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه برنامه درسی دانشجویان مهندسی در انطباق با صنعت ٤.۰

کد	نویسنده/ نویسندگان	مهارت/ مهارت‌ها
۲	Nithyanandam, Munguia & Marimuthu. 2022	مفاهیم و تکنیک‌های مهندسی، پرسنل واجد شرایط، فناوری‌های دیجیتالی مانند چاپ سه‌بعدی، واقعیت افزوده و دوقلوهای دیجیتال)،
۳	Pervez, Abosaq, Alandjani, Shahbaz & Akram. 2018	پلتفرم‌های علمی، هوش مصنوعی، فناوری‌های جدید در آموزش، طراحی برنامه درسی، مهارت‌های فناوری و اطلاعات، یادگیری سریع، محیط آموزشی مبتنی بر فناوری.
٤	Auer, Hortsch & Sethakul. 2020	طراحی برنامه درسی برای صنعت ٤.۰، پیاده‌سازی یکپارچه نرم‌افزار، اطلاعات و پشتیبانی رایانه‌ای، دوره ترجمه، توسعه مهارت‌های نرم؛ مهارت‌های تجسم فضایی، مهارت یادگیری، توسعه طرح‌های درس برای تمرین تجربه حرفه‌ای، سیستم آموزش مبتنی بر شایستگی، مدیریت نوآوری، آموزش برنامه‌نویسی وب،

۵	Mijailovic, Dordevic, Stefanovic, Vidojevic, Gazizulina & Projovic. 2021	آموزش دانشجویان بر اساس یک پلت فرم و یک سیستم ابری، توسعه سیستم نظارت و مدیریت برای آموزش دانشجویان
٦	Pattanapairoj, Jamrus, Nanthapodej & Sethanan. 2020	تحول دیجیتالی مبتنی بر ماشین‌ها و دستگاه‌های هوشمند، برنامه درسی مطابقت با الزامات بخش صنعتی، مهارت‌های تفکر سیستماتیک و درک فرآیندهای مربوط به صنعت ٤.٠، فناوری اتوماسیون و تجزیه‌وتحلیل کلان داده
۷	Pattanapairoj, Nitisiri & Sethanan. 2021	دانش استراتژی صنعت ٤.٠، توانایی کار با روبات‌ها، تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ؛ مهارت تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و اطلاعات
۹	Yustisia, Jalinus, Rizal & Fadhillah. 2021	ایجاد همکاری یا مشارکت بین دانشگاه و صنایع به‌طوری‌که دانشجویان زمان آسان‌تری برای یافتن مقصد برنامه تجربه میدان صنعتی داشته باشند. بهبود وب، دستیابی به شایستگی‌های مورد انتظار برنامه تجربه میدانی صنعت طبق برنامه درسی، طراحی یک برنامه آموزشی که موقعیت و فعالیت دانشجویان موردنیاز را تشریح کند و نظارت و ارزیابی سرپرستان برای ارزیابی عملکرد دانشجویان؛ شایستگی‌های مهارت‌های نرم، مهارت‌هایی که دانشجویان باید در قرن بیست و یکم مبتنی بر صنعت ٤.٠ داشته باشند.
۱۱	Ahadov, Asgarov & El-Thalji. 2019	ارتقای برنامه‌های درسی، رویکردهای آموزشی دانشگاه‌ها باهدف حمایت از صنعت، چشم‌انداز صنعت ٤.٠ و فناوری‌های مرتبط سیستم‌ها و عملیات سایبری–فیزیکی هوشمند، توسعه استراتژی‌های دیجیتالی سازی، فراهم سازی استانداردها در آموزش عالی، ایجاد مدل‌های کسب‌وکار، محصولات، ارائه خدمات و بهسازی کارکنان شایسته و ماهر، ارائه وضعیت برنامه‌های آموزش مهندسی در تطبیق چشم‌انداز صنعت ٤.٠، پرداختن به مهارت‌های موردنیاز برای اشتغال آینده،
۱۲	Koohathongsumrit, Phakkulhab, Kengpol & Meethom. 2020	بهبود مهارت‌ها و دانش موردنیاز برای صنعت ٤.٠، بهبود رویکردهای آموزشی و یادگیری از طریق برنامه درسی، مدیریت پروژه برای صنعت ٤.٠، مدیریت عملیات هوشمند، تجزیه‌وتحلیل داده‌های کاربردی، سیستم‌های صنعتی سایبری فیزیکی، سیستم‌های تولید مشارکتی، تولید افزودنی برای صنعت ٤.٠، طراحی و توسعه محصول نوآورانه، طراحی مبتنی بر تجربه مشتری، ارتباطات، رهبری و توسعه نیروی انسانی همراستا با الزامات عصر دیجیتال
۱۳	Huang, Shen, Li, Fey & Brecher. 2021	فناوری‌های دوقلوی دیجیتال و هوش مصنوعی، چاپ سه‌بعدی و مهارت کار با ربات
۱۵	Angrisani, Arpaia, Bonavolonta, Schiano & Moriello. 2018	مهارت‌های تجاری از طریق اینترنت اشیاء
۱٦	Salimi, Salimi , Taghipoor, Mokhtarname, Safavi & Urbas. 2022	فناوری دوقلوی دیجیتال، پلتفرم یادگیری برنامه درسی، تفکر سیستمی، مهندسی سیستم و مهارت‌های مدیریت

۱۷	Mian, Salah, Ameen, Moiduddin & Alkhalefah. 2020	اتوماسیون، تمرکززدایی، یکپارچه‌سازی سیستم، سیستم‌های فیزیکی–سایبری، مهارت‌های شناختی
۱۸	Catal & Tekinerdogan. 2019	فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، علم داده، یادگیری عمیق، واقعیت افزوده، محاسبات لبه و دوقلوهای دیجیتال، فرصت‌ها، چالش‌ها و راه‌حل‌های جدیدی، فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی، تغییر محتوا، مهارت‌هایی مانند تفکر انتقادی، خلاقیت و حل مسئله
۱۹	Brezeanu, Lazarou. 2020	بهبود مهارت‌هایی مانند خلاقیت، حل مسئله، تصمیم‌گیری سریع فنی و تفکر انتقادی، توسعه تخیل و نوآوری
۲۱	Siddoo, Sawattawee, Janchai & Thinnukool. 2019	مهارت‌های حرفه‌ای و دانش فنی فناوری اطلاعات و پشتیبانی فناوری اطلاعات، یادگیری مادام‌العمر، مهارت توسعه نگرش شخصی، کارتیمی
۲۲	Wong, Sam & Yu. 2020	تغییرات نوآورانه در آموزش، برنامه درسی بر اساس دیجیتال، هوش مصنوعی، تغییرات عمیق در جنبه‌های اصلی محتوا، ارائه، آموزش و ساختار آموزش
۲٤	Eriksson, Alsaleh, Behzad Far & Stjern. 2022	استفاده از فناوری دوقلوهای دیجیتال در آموزش عالی، توجه به جنبه‌های انسان‌محوری در صنعت ٤.٠، کاربرد دوقلوهای دیجیتال در برنامه‌های درسی و آموزش که شامل کاربردهای آزمایشگاهی و درک فناوری‌های دقلوی دیجیتال می‌شود؛ کاربرد فناوری‌های دوقلوهای دیجیتال در حوزه‌های دیگری مانند اتوماسیون وسیستم های مجازی به سمت تولید هوشمندتر
۲۵	Sithembiso. 2020	سواد دیجیتال در برنامه درسی دانشگاه، مهارت استفاده سواد دیجیتال خود جهت توسعه توانایی‌های فردی برای درک، تفسیر، ایجاد ارتباط، محاسبات؛ مهارت‌های مرتبط با IR٤، مانند کدگذاری در برنامه درسی گنجانده شود
۲٦	Malach & Vicherkova. 2020	مهارت‌های دیجیتالی شدن، رباتیک و هوش مصنوعی
۲۷	Goulart, Liboni & Cezarino. 2022	مهارت‌های نرم در توسعه حرفه‌ای و اشتغال پذیری دانشجویان و چالش مرتبط با آموزش فنی، برنامه‌های مرتبط با فناوری اطلاعات در مؤسسات آموزش عالی،
۲۸	Yip-Hoi. 2020	استفاده از پلت فرم در برنامه درسی، استفاده از تجربیات اساتید با تجربه
۲۹	Niemela, Pears, Dagiene & Laanpere. 2022	توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌های برنامه‌نویسی و مفاهیم محاسباتی
۳۲	Windisch-Koenig. 2019	روش یادگیری الکترونیکی، کار با رسانه‌های دیجیتال، طراحی‌های فنی، پویانمایی‌های سه‌بعدی، واقعیت‌های افزوده، مجازی، ترکیبی، مهارت استفاده از پایگاه‌های داده‌ها و اپلیکیشن
۳٤	Kengpol, Koohathongsumrit & Meethom. 2020	داشجویان به سمت فناوری‌های دیجیتال: سیستم فیزیکی سایبری، تولید افزودنی، واقعیت افزوده واقعیت مجازی، ساخت افزودنی، فناوری‌های مربوط به دستگاه حسگر ، رباتیک و خودروی هدایت‌شونده

۳۶	Membrillo-Hernandez, Molina-Solis, Lara-Prieto & Garcia-Garcia. 2020	تغییرات اساسی در برنامه درسی علم و فناوری، مهارت‌ها درزمینه‌هایی مانند بیوتکنولوژی، ژنومیک، علوم داده، هوش مصنوعی، رباتیک، نانو، توسعه دانش‌ها و مهارت‌های پایه در دنیای مهندسی مانند انعطاف‌پذیر، تعامل دانشجویان مهندسی قرن ۲۱
۳۷	Akande & Atiku. 2021	آموزش مهارت‌های نرم، فنی و دیجیتال توسط مؤسسات آموزش عالی، بازنگری برنامه درسی
٤١	Le Thi & Haugaard. 2020	مهارت‌های کلیدی دیجیتالی، برگزاری کارگاه‌های تعاملی و همایش‌های بین‌رشته‌ای، شایستگی‌های دیجیتالی، دانش یادگیری دیجیتال، توانایی استفاده دادهها؛ مهارت چابک سازی و انعطاف‌پذیری در فعالیتها، تفکر انتقادی، کارتیمی، توسعه اخلاق فردی
٤٥	Kampakaki & Papahristou. 2020	تمرکز بر الزامات صنعت ٤.٠ مانند سیستم‌های فیزیکی سایبری، اینترنت اشیا و محاسبات ابری؛ مهارت و شایستگیهای مربوط به روباتیک و هوش مصنوعی؛ مهارت‌ها هوش دیجیتالی، شایستگی دیجیتال
٤٨	Kropivsek, Zupancic, Jost, Oblak & Govedic. 2018	دانش و شایستگی‌های ویژه و بین‌رشته‌ای موردنیاز برای مطالعات میان‌رشته‌ای، مانند علم و فناوری، دیجیتالی کردن فرآیند آموزشی، استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات مدرن و معرفی از طریق آموزش الکترونیکی
٤٩	Muktiarni, Widiaty, Abdullah, Ana & Yulia. 2019	مهارت استفاده از داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی، تجزیه‌وتحلیل پیشرفته‌ی داده‌های کلان، اینترنت اشیا و امنیت دیجیتال. آماده‌سازی منابع انسانی ماهر و با کیفیت به‌منظور انطباق با صنعت ٤.٠، دیجیتالی شدن پروسه آموزش در مواجهه با انقلاب صنعتی ٤.٠، استفاده از الگوی جدید صنعت ٤.٠ مانند فناوری‌ها نو در آموزش
٥٠	Makarova, Mustafina, Buyvol, Mukhametdinov & Mavrin. 2022	شایستگی‌های دیجیتال، توسعه دیجیتال سیستم آموزش مهندسی
٥٢	Baethge-Kinsky. 2020	استفاده از تجهیزات دیجیتالی در آموزش‌های حرفه‌ای، ادغام الزامات مهارتی جدید صنعت ٤.٠ در برنامه‌های آموزشی
٥٣	Demchenko, Wiktorski, Cuadrado Gallego & Brewer. 2019	تاسیس رشته‌ی علم داده به‌عنوان یک‌رشته تحقیقاتی و دانشگاهی، تحلیل داده‌ها و برنامه‌های کاربردی، تفکر انتقادی، حل مسئله و خلاقیت برای کار در محیط خودکار و پویا
٥٥	Kuttolamadom, Wang, Griffith & Greer. 2020	دانش و مهارت‌های در حوزه بین‌رشته‌ای، استفاده از فناوری و اطلاعات در برنامه درسی به منظور کسب تجربه‌آموزشی، ادغام برنامه‌های درسی، فراهم سازی تجارب یادگیری بین‌رشته‌ای، کاربردی کردن مواد درسی موردنیاز برای آموزش و توانمندسازی دانشجویان
٥٦	Ciolacu, Svasta, Berg & Popp. 2017 2017	مشارکت قوی بین صنعت و محیط دانشگاهی در شکل‌گیری منابع انسانی، آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی،
٥٧	Li. 2020	ساختار برنامه درسی مبتنی بر تفکرسیستمی، اشتراک گذاشتن منابع

		فکری جهانی و استعدادهای برتر از طریق سرمایه‌گذاری‌های مشترک آموزش و تحرک فراملی درزمینه صنعت ٤.٠
۵۸	Rodriguez-Calderon R. Belmonte-Izquierdo R. 2021	پلتفرم آموزشی با تمرکز بر یادگیری اینترنت اشیا، پلتفرم آزمایشگاه ساز اینترنت اشیا
٦٠	Pervez & Abosaq. 2018	دانش، مهارت و تخصص، هوش مصنوعی پیچیده و دیجیتالی، فناوری‌های جدید در آموزش، طراحی برنامه درسی، مهارت‌های فناوری و اطلاعات و آموزش مبتنی بر بهره‌وری
٦٢	Hernandez-de-Menendez, Escobar Diaz & Morales-Menendez. 2020	بازنگری محتوای برنامه‌های درسی، الزامات شایستگی و فناوری مانند ربات‌های مستقل، شبیه‌سازی، ادغام افقی و عمودی، اینترنت صنعتی اشیاء، تولید افزودنی، واقعیت افزوده، امنیت سایبری، ابر و داده‌های بزرگ و تجزیه‌وتحلیل
٦٣	Ekren & Kumar. 2020	دانش و مهارت‌های نوظهور میان رشته ای حاصل از فناوری و اطلاعات، درک ویژگی‌های دانش و مهارت‌های موردنیاز برای مشاغل آینده وبسترهای فناورانه مهندسی برای تعیین الگوهای در حال ظهور در ارائه الزامات آموزشی جدید صنعت ٤.٠
٦٦	Tsinonis. 2019	تغییر به سمت برنامه درسی مبتنی بر فناوری، ارتقای سطح سواد و مهارت‌های ریاضی دانشجویان مهندسی که با رایانه و سایر تجهیزات فناوری و اطلاعات ارتباط دارند.
٦٧	Bueno-Delgado, Romero-Gazquez, Pavon-Marino, Melero-Munoz & Canavate-Cruzado. 2017	توسعه و شناسایی برنامه‌های درسی مشترک برای پر کردن شکاف‌های مهارتی در صنعت ٤.٠ مربوط به فناوری‌ها با استفاده از فناوری‌های فعال‌کننده کلیدی مانند حسگرها، ارتباطات بی‌سیم، شبکه‌های نسل آخر، ربات‌ها و ماشین‌های هوشمند، محاسبات ابری و تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ؛ تنظیم برنامه‌های درسی آموزش‌وپرورش حرفه‌ای و آموزش عالی برای کسب مهارت‌های موردنیاز صنعت ٤.٠
٦٩	Stadnicka, Sęp, Amadio, Mazzei, Tyrovolas, Stylios, Carreras-Coch, Merino, Zabinski & Navarro. 2022	دانشگاه‌ها با تدوین برنامه درسی فارغ‌التحصیلان را برای نیازهای بازار صنعتی آماده‌کنند؛ تأکید بر نیازهای آموزشی مهندسان و محققان به منظور کسب دانش روز و مهارت‌های پیشرفته
٧٦	Makhachashvili & Semenist. 2021	تطبیق سناریوهای آموزشی موجود با قالب‌های دیجیتال، به‌روزرسانی در مورد اعتبار الکترونیکی و سواد دیجیتالی همه ذینفعان فرایند آموزشی و صنعت، فعال کردن مهارت‌های پیچیده بین‌رشته‌ای، تعامل حرفه‌ای، معرفی راه‌حل‌های فنی عملکردی برای تسهیل گردش کار و ارتباطات رسمی و غیررسمی، تغییر پارادایم درروندهای بین‌رشته‌ای آموزش دیجیتال
٧٨	Gagaza & Sarmiento. 2022	مهارت‌های مورد انتظار صنعت ٤.٠، طراحی دوقلوهای دیجیتال، مهارت نوآورانه و پیچیده حل مسئله مربوط به صنعت ٤.٠، تمرکز بر امکانات جدید با فناوری‌های دیجیتال، توسعه برنامه درسی بر اساس دوقلوهای دیجیتال، طراحی ابتکاری درس‌ها در راستای نیازهای صنعت ٤.٠، آموزش مهارت مربوط به صنعت ٤.٠ به

		دانشجویان
۸۰	Chanchittakarn, Buakaew & Kengpol. 2020	دانش و مهارت‌های لازم برای صنعت ٤.٠ را توسعه داده‌اند.
۸۷	Ekren & Kumar. 2020	توسعه برنامه‌های درسی نوآورانه، جستجوی مسیرهای یادگیری جایگزین که می‌توانند توسط آموزش‌های آنلاین، از راه دور، باز و مبتنی بر میان رشته ای و همچنین دوره‌هایی مانند دوره‌های آزاد آنلاین گسترده و منابع آموزش، پلت فرم یادگیری آنلاین، فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر، انعطاف‌پذیری، دیجیتالی شدن در آموزش عالی را با تمرکز بر بسترهای یادگیری دیجیتال در دانشگاه‌ها
۹۰	Chakrabarti, Caratozzolo, Norgaard & Sjoer. 2021	مهارت یادگیری مستمر و استفاده از دانش جدید برای اشتغال پذیری خود، مهارت کار با ربات های خودکار، هوش مصنوعی و دوقلوهای دیجیتال
۹۲	De las Heras, Gargalo, Gernaey & Krühne. 2021	دیجیتالی شدن فرآیندها، سازگاری سیستم آموزشی با تقاضای در پارادایم دیجیتال شدن و توسعه مهارت‌های برنامه‌نویسی.
۹٤	Krizanic, Hrustek & Tomicic-Pupek. 2019	استفاده از فناوری‌های موبایل و ابری، رسانه‌ها و پلتفرم‌های اجتماعی، داده‌های بزرگ و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، هوش مصنوعی، واقعیت مجازی و افزوده، استفاده از سیستم‌های مستقل و روباتیک در فرآیندهای تدریس؛ دانشگاه‌ها باید فناوری‌های دیجیتال را در برنامه‌های درسی گنجانده و کاربرد آن‌ها را در برنامه‌های حرفه‌ای آینده عملیاتی کنند. مدرسین به‌منظور آماده‌سازی دانشجویان برای حل مسائل پیچیده با استفاده از مهارت‌های دیجیتالی، رویکردها و ابتکارات مختلفی را برای تبدیل دیجیتالی فرآیندهای تدریس به کار می‌گیرند، کاربرد فناوری‌های دیجیتال در تدریس
۹۵	Masrifah & Sudira. 2020	طراحی برنامه درسی آموزش حرفه‌ای بر اساس دیجیتالی سازی صنعتی ٤.٠، تدوین برنامه درسی آموزش حرفه‌ای در عصر دیجیتال‌سازی صنعت ٤.٠ و تمرکز برمهارت‌های فنی، مهارت‌های مهندسی و مهارت‌های علمی و تولیدی
۹۷	Lindner, Winkler & Keil. 2021	توسعه صلاحیت‌های دیجیتال مهندسین؛ مبانی برنامه درسی بر اساس بینش‌ها و رویکردهای مدیریتی، اجتماعی و روان‌شناختی، تحول دیجیتال
۹۹	Borg, Scott-Young & Turner. 2019	سازگاری، انعطاف‌پذیری، حل مشکلات پیچیده و نوآوری، آموزش هوشمند، هماهنگی و همکاری، مدل سیستم‌های هوشمند، کد نویسی مشترک برنامه‌های درسی
۱۰۳	Shokaliuk, Bohunenko, Lovianova & Shyshkina. 2020	توسعه یکپارچه شایستگی‌های چندزبانه و ریاضی در فرآیند آموزش مبانی برنامه‌نویسی با کمک فناوری‌های
۱۰٤	Akbar, Rashid & Embong. 2018	دیجیتالی شدن، آزمایشگاه اتوماسیون یا کنترلی مجهز به فناوری‌های اتوماسیون پیشرفته در مؤسسات آموزشی، بهبود برنامه درسی و فراهم سازی امکانات آزمایشگاهی مهندسی، صنعت اینترنت اشیا ، برنامه‌نویسی، پیکربندی و ارتباط ماشین به ماشین و طراحی و توسعه برنامه‌های کاربردی وب و موبایل

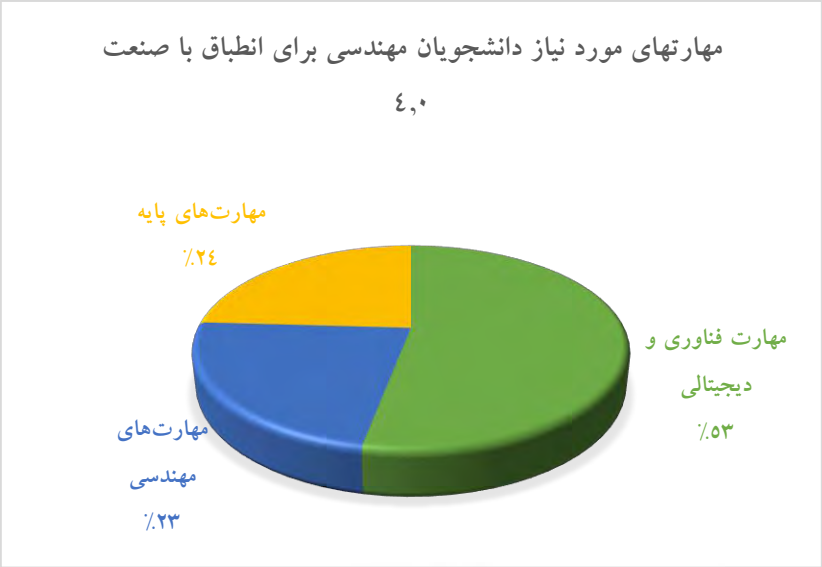
۱۰۵	Spottl & Windelband. 2021	پاسخ به خواسته‌های صنعت ٤.٠، توسعه برنامه درسی و آموزش کارگران ماهر، فناوری دیجیتال شامل سیستم‌های فیزیکی–سایبری، اینترنت اشیا و محاسبات ابری.
۱۰۹	Agyemang & Fong. 2019	توسعه سواد دیجیتالی، مهارت‌های فنی، مهارت‌های مدیریتی و مهارت‌های حرفه‌ای
۱۱۲	Simmons & McLean 2020	کاربردهای عملی و ادغام در برنامه‌های درسی و یادگیری، مواجهه کردن دانشجویان با فناوری‌های جدید انقلاب صنعتی چهارم مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی، روباتیک، بلاک چین و فناوری اتوماسیون
۱۱٦	Montaudon-Tomas, Pinto-Lopez & Yanez-Moneda. 2020	فراهم سازی فناوری‌های جدید، واقعیت مجازی، توسعه مهارت‌های دیجیتال دانشجویان، ایجاد برنامه‌های درسی جذاب برای دانشجویان

یافته‌های پژوهش

۱. بر اساس مطالعات موجود در بدنه دانش مهارت‌های موردنیاز دانشجویان مهندسی برای انطباق با تقاضاهای صنعت ٤.٠ کدامند؟

در این پژوهش از طریق تحلیل محتوا، تمامی کدهایی که توسط پژوهشگران موردتوجه قرارگرفته استخراج‌شده و در جدول شماره ۲ نشان داده‌شده‌اند. سپس کدهای شناسایی‌شده در ۳ مضامین سازنده ۱. مهارت‌های فناوری و دیجیتال، ۲. مهارت‌های مهندسی، ۳. مهارت‌های پایه طبقه‌بندی‌شده است و سپس در مضمون فراگیر "مهارت‌های برنامه درسی دانشجویان مهندسی برای انطباق با تقاضاهای صنعت ٤.٠" قرار داده‌شده‌اند. نمودار شماره ۱ درصد فراوانی مضامین سازنده مهارت‌های برنامه درسی دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ٤.٠ را نشان داده‌شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار شماره ۱. درصد فراوانی مضامین سازنده مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان مهندسی برای طراحی و اجرای برنامه درسی در راستای تحولات صنعت ٤.٠

اطلاعات نمودار ۱ نشان می‌دهد درصد فراوانی مضامین سازنده مهارت فناوری و دیجیتالی با ۵۳ درصد بیشترین فراوانی را در بین مهارت‌های موردنیاز دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ٤.٠ دارد. سپس مهارت‌های پایه با ۲٤ درصد و مهارت‌های خاص رشته مهندسی با ۲۳ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند که رتبه هر مهارت اهمیت و اولویت آن را در طراحی و اجرای برنامه درسی دانشجویان مهندسی تعیین می‌کند. در ادامه شکل ۲ نمایی از مهارتهای پایه، تخصصی مهندسی و فناورانه و دیجیتالی مورد نیاز دانشجویان مهندسی در راستای تحولات صنعت ٤.٠ را ارائه می دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

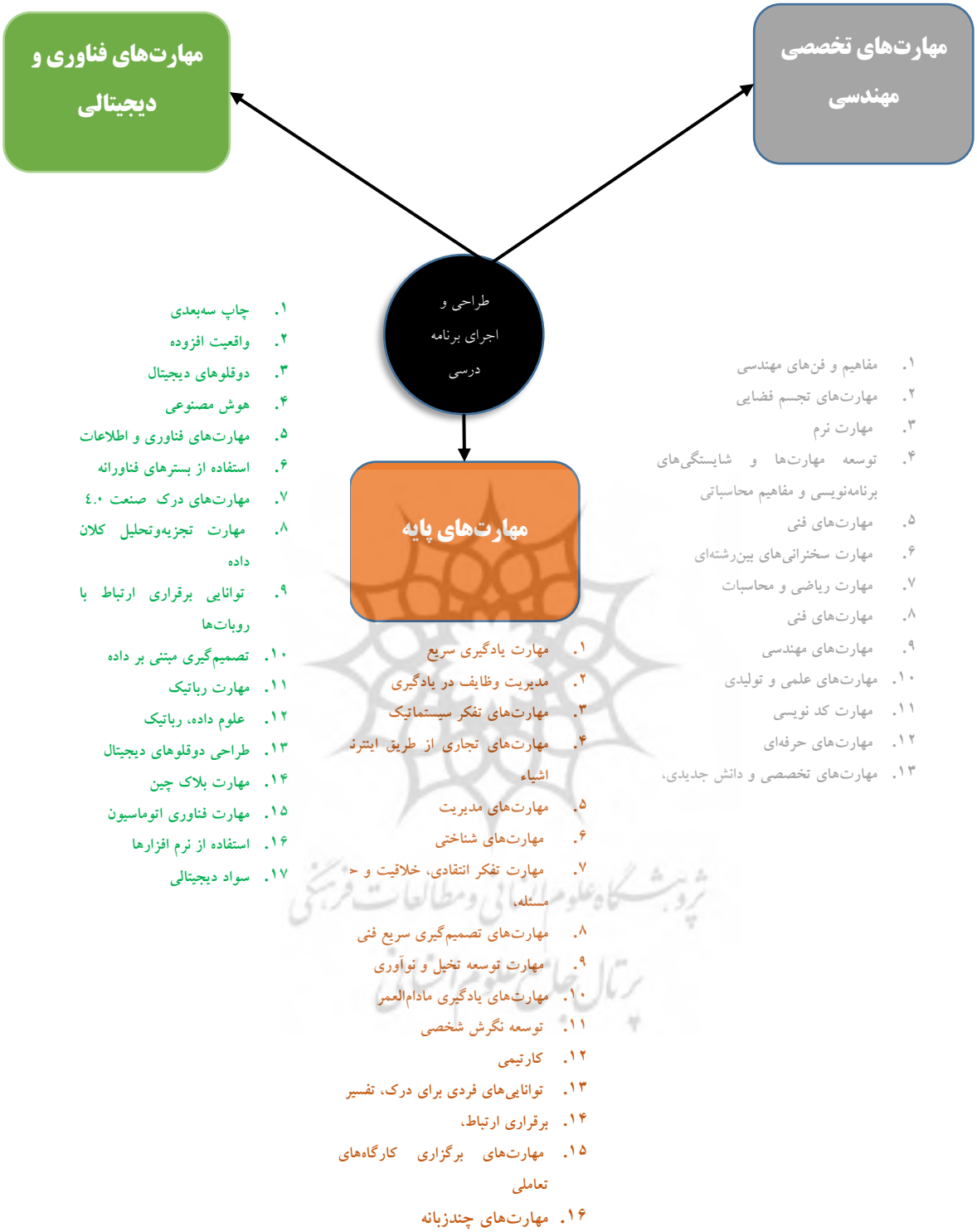
جدول ۲. کدگذاری مهارت‌های موردنیاز دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ۴.۰

مضامین فراگیر	مضامین سازنده	مضامین پایه	کد مضامین پایه	فراوانی مضامین پایه	فراوانی مضامین سازنده
مهارت‌های برنامه درسی دانشجویان مهندسی برای انطباق با تقاضاهای صنعت ۴.۰	**مهارت فناوری و دیجیتالی**	چاپ سه‌بعدی[۳۷]، واقعیت افزوده، دوقلوهای دیجیتال[۳۸]، هوش مصنوعی[۳۹]، مهارت‌های فناوری و اطلاعات، استفاده از بسترهای فناورانه[۴۰]، مهارت درک تحولات صنعت ۴.۰، مهارت تجزیه‌وتحلیل کلان داده[۴۱]، توانایی برقراری ارتباط با روبات‌ها، استفاده از داده‌ها و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، مهارت رباتیک، مهارت استفاده علوم داده، رباتیک، طراحی دوقلوهای دیجیتال، مهارت بلاک چین[۴۲] و فناوری اتوماسیون، استفاده از نرم‌افزارها، سواد دیجیتال[۴۳].	۲، ۳، ۵، ٦، ۷، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱٦، ۱۷، ۱۸، ۲۱، ۲٤، ۲۵، ۲٦، ۳٤، ۳٦، ۳۷، ٤۱، ٤۵، ٤۸، ٤۹، ۵۰، ۵۲، ۵۵، ۵٦، ۵۸، ٦۰، ٦۲، ٦۳، ٦۷، ٦۹، ۷٦، ۷۸، ۸۰، ۸۷، ۹۰، ۹٤، ۹۷، ۹۹، ۱۰٤، ۱۱۲، ۱۱٦،	٤٤	۸۳
	مهارت‌های مهندسی	مفاهیم و فن‌های مهندسی، مهارت‌های تجسم فضایی، مهارت نرم، توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌های برنامه‌نویسی و مفاهیم محاسباتی، مهارت‌های فنی، مهارت سخنرانی‌های بین‌رشته‌ای، مهارت ریاضی و محاسبات، مهارت‌های فنی، مهارت‌های مهندسی و مهارت‌های علمی و تولیدی، مهارت کد نویسی، مهارت‌های حرفه‌ای، مهارت‌های تخصصی و دانش جدیدی.	۲، ٤، ۱۱، ۲۱، ۲۷، ۲۹، ۳۷، ٤۱، ٤۸، ۵۵، ٦٦، ۷٦، ۹۲، ۹۵، ۹۹، ۱۰۳، ۱۰٤، ۱۰۹، ۱۱۲،	۱۹	

37 . 3D printing
38 . Digital twin
39 . Artificial intelligence
40 . Technological platforms
41 . big data
42 . Blockchain skill
43 . Digital literacy

مهارت‌های پایه	مهارت یادگیری سریع، مدیریت وظایف در یادگیری، مهارت‌های تفکر سیستماتیک، مهارت‌های تجاری از طریق اینترنت اشیاء، مهارت‌های مدیریت، مهارت‌های شناختی، مهارت تفکر انتقادی، خلاقیت و حل مسئله، بهبود مهارت‌هایی مانند خلاقیت، تصمیم‌گیری سریع فنی و تفکر انتقادی، توسعه تخیل و نوآوری، مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر، نگرش شخصی، کارتیمی، توانایی‌های فردی برای درک، تفسیر، ایجاد، ارتباط، مهارت‌های برگزاری کارگاه‌های تعاملی، مهارت‌های چندزبانه.	۳، ٦، ۹، ۱۵، ١٦، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۵، ۲۹، ٤١، ۵۳، ۵۷، ۷۸، ۹۰، ۹۷، ۹۹، ۱۰۳، ۱۰۹،	۲۰

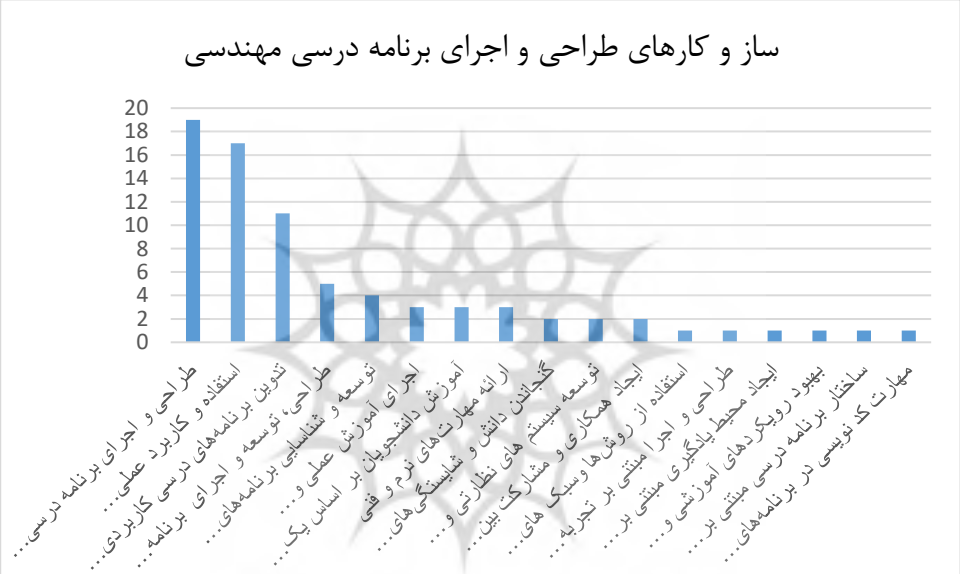
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل۲. نمایی از مهارتهای پایه، تخصصی مهندسی و فناورانه و دیجیتالی مورد نیاز دانشجویان مهندسی برای انطباق با صنعت ۴.۰

۲. سازوکارهای توسعه مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان مهندسی با استفاده از طراحی، غنی‌سازی و اجرای برنامه‌های درسی جدید دانشگاهی کدامند؟

در این پژوهش از طریق بررسی محتوای مطالعات انتخاب شده، ۱۷ سازوکار ارائه‌شده توسط پژوهشگران استخراج‌شد و در جدول شماره ۳ نشان داده‌شده‌اند؛ که «طراحی برنامه درسی منطبق با الزامات صنعت ٤.٠»، «سواد و فناوری‌های دیجیتال در برنامه درسی دانشگاه» و «تدوین برنامه‌های درسی کاربردی همگرا بر اساس فناوری‌های نوین» به ترتیب با ۱۹، ۱۷ و ۱۱ بیشترین فراوانی را داشتند.



نمودار شماره ۲. فراوانی سازوکارهای طراحی و اجرای برنامه درسی مهندسی برای توسعه مهارت‌های دانشجویان در راستای انطباق با تحولات صنعت ٤.٠

اطلاعات نمودار ۲ نشان می‌دهد که پنج مورد از بیشترین و در اولویت‌ترین سازوکارهای توسعه مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان مهندسی جهت طراحی و اجرای برنامه درسی شامل: طراحی برنامه درسی منطبق با الزامات صنعت ٤.٠ (۱۹ مورد)، استفاده و کاربرد عملی فناوری‌های دیجیتالی در برنامه درسی موسسات آموزش عالی (۱۷ مورد)، تدوین برنامه‌های درسی کاربردی همگرا بر اساس فناوری‌های نوین (۱۱ مورد)، طراحی و توسعه برنامه درسی نوآورانه (۵ مورد) توسعه و شناسایی برنامه‌های درسی مشترک با صنعت ٤.٠ (٤ مورد) می‌باشد.

جدول شماره ۳ سازوکارهای طراحی و اجرای برنامه درسی مهندسی جهت توسعه مهارت‌های دانشجویان در راستای تحولات صنعت ٤.٠

کد	سازوکار	فراوانی
۳، ٤، ٦، ۷، ۹، ۱۱، ۱۲، ۲۵، ۳٦، ٤۱، ٤۹، ۵۵، ٦۳، ٦۷، ٦۹، ۷۸، ۸۰، ۹۵، ۹۷،	طراحی و اجرای برنامه درسی منطبق با الزامات صنعت ٤.٠	۱۹
۲۷، ۳۲، ۳٤؛ ۳۷، ٤۱، ٤۵، ٤۸، ٤۹، ۵۰، ۵۲، ٦۰، ۷٦، ۷۸، ۸۷، ۹٤، ۹۵، ۹۷	استفاده و کاربرد عملی فناوری‌های دیجیتالی در طراحی و اجرای برنامه درسی موسسات آموزش عالی	۱۷
۲٤، ٤۸، ٦۰، ٦۲، ٦۳، ٦٦، ٦۹، ۲۲، ٦۰، ۵٦، ۲٦	تدوین برنامه‌های درسی کاربردی همگرا بر اساس فناوری‌های نوین مانند دیجیتال و هوش مصنوعی؛ تغییرات بنیادین در ساختار آموزش، محتوا و تدریس	۱۱
۱۲، ۲٤، ٦۰، ٦۲، ۷۸،	طراحی، توسعه و اجرای برنامه درسی نوآورانه، طراحی و اجرای مبتنی بر تجربه، نوسازی، بازنگری و اصلاح برنامه درسی و آموزشی در راستای تحولات صنعت ٤.٠	۵
٦٦، ٦۷، ۱۰٤، ۱۰۵	توسعه و شناسایی برنامه‌های درسی مشترک با صنعت ٤.٠ مانند حسگرها، ارتباطات بی‌سیم، شبکه‌های نسل جدید، ربات‌ها و ماشین‌های هوشمند، محاسبات ابری و تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ، تغییر به سمت برنامه درسی مبتنی مهارت‌های ریاضی برای دانشجویان مهندسی	٤
۵۵، ۷٦، ۹٤	اجرای آموزش عملی و آزمایشگاهی در برنامه‌ای درسی دانشجویان مهندسی	۳
۵، ۵۸، ۸۷،	آموزش دانشجویان بر اساس یک بستر فناورانه	۳
۳۷، ۷۲، ۷٦،	ارائه مهارت‌های نرم و فنی	۳
٤۸، ۷٦،	گنجاندن دانش و شایستگی‌های ویژه و بین‌رشته‌ای موردنیاز برای مطالعات میان‌رشته‌ای	۲
۵، ۹	توسعه سیستم های نظارتی و مدیریتی در آموزش دانشجویان مهندسی	۲
۹، ۵٦	ایجاد همکاری و مشارکت بین موسسات آموزشی و صنایع به‌طوری‌که دانشجویان به آسانی برای کسب تجربه میدانی به	۲

	صنعت دسترسی داشته باشند.	
۳۶	استفاده از روش‌ها وسبک های نوین برای طراحی برنامه درسی و آموزشی دوره‌های مهندسی	۱
۱۲	طراحی و اجرا مبتنی بر تجربه مشتریان، ارباب رجوع ها و ذی نفعان	۱
۸	ایجاد محیط یادگیری مبتنی بر محتوای دیجیتالی مانند واقعیت افزوده ، اینترنت اشیاء و دوقلوهای دیجتالی	۱
۱۲	بهبود رویکردهای آموزشی و یادگیری براساس تحولات دیجیتالی	۱
۵۷	ساختار برنامه درسی مبتنی بر تفکر سیستمی	۱
۹۹	مهارت کد نویسی در برنامه‌های درسی برای آمادگی دانشجویان جهت کار صنعت	۱

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر از طریق فراترکیب و تجزیه‌وتحلیل نظرات و مبانی موجود درزمینه شناسایی مهارت‌های مهندسی جهت طراحی و اجرایی برنامه درسی به جمع‌بندی مطالعات انجام‌شده در این حوزه پرداخت و مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان مهندسی در طراحی و اجرای برنامه درسی دانشجویان مهندسی در ۳ مهارت ٦٣ مؤلفه طبقه‌بندی‌شده‌اند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، یکی از مهارت‌های شناسایی‌شده، مهارت‌های فناوری و دیجیتالی است که این یافته با مطالعات (Huang, Siddoo, Sawattawee, Janchai & Thinnukool, 2019)، (Shen, Li, Fey & Brecher, 2021)، (Kengpol, Koohathongsumrit & Meethom, 2020)، (Ekren & Kumar, 2019) و (Montaudon-Tomas, Pinto-Lopez & Yanez-Moneda, 2020) همراستا می‌باشد. این مهارت در ٤٤ مورد از پژوهش‌های موردبررسی در این مطالعه بررسی‌شده و دارای ۲۰ مؤلفه است. در این مهارت به چاپ سه‌بعدی، واقعیت افزوده، دوقلوهای دیجیتال، هوش مصنوعی دیجیتالی، مهارت‌های فناوری و اطلاعات، استفاده از پلتفرم‌ها، مهارت‌های درک فرآیندهای مربوط به صنعت ٤.٠، مهارت تجزیه‌وتحلیل کلان داده، همکاری انسان‌ها و روبات‌ها، استفاده از داده‌ها و تصمیم‌گیری مبتنی بر پایگاه داده، مهارت رباتیک، مهارت بیوتکنولوژی، علوم داده، هوش مصنوعی، پایداری و نانو، طراحی تفکر، مهارت بلاک چین و فناوری اتوماسیون اشاره‌شده است. مهارت دوم، مهارت‌های پایه می‌باشد که در ۱۹ مورد از مطالعات مورد بررسی در این مطالعه بررسی‌شده و با یافته‌های مطالعات (Sithembiso, 2020)، (Brezeanu T.M. Lazarou, 2020)، (Catal C. Tekinerdogan, 2019) و (Mian, Saleh, Ameen, Moiduddin & Alkhalifah, 2020) همراستا می باشد که دارای ٢٤ مؤلفه است. در این مهارت به مهارت یادگیری سریع، مدیریت وظایف در یادگیری، مهارت‌های تفکر سیستماتیک، مهارت‌های تجاری از طریق اینترنت اشیاء،

مهارت‌های مدیریت، مهارت‌های شناختی، مهارت‌هایی مانند تفکر انتقادی، خلاقیت و حل مسئله، بهبود مهارت‌هایی مانند تصمیم‌گیری سریع فنی، توسعه تخیل و نوآوری، مهارت‌های یادگیری مادام‌العمر، نگرش شخصی، کارتیمی، توانایی‌های فردی برای درک، تفسیر، ایجاد، ارتباط، محاسبات، مهارت‌های برگزاری کارگاه‌های تعاملی، مهارت‌های چند زبانه اشاره‌شده است؛ و مهارت سوم مهارت‌های خاص رشته مهندسی می‌باشد که در ۱۹ مورد از تحقیقات موردبررسی در این پژوهش بررسی‌شده و با مطالعات (Yustisia , Jalinus, Rizal & Fadhillah, 2021)؛ (,Ahadov (Asgarov & El-Thalji, 2019)، (Malach, Svrcinova, Vicherkova & Chmura, 2021)، (Garay-Rondero, Thierry-Aguilera, Schneider, Bourguet-Diaz, Salinas & Zavala, 2021) و (Stadnicka, Sep, Amadio, Mazzei, Tyrovolas, Stylios, Carreras-Coch, Merino, Zabinski & Navarro, 2022) همراستا می باشد و دارای ۲۰ مؤلفه است که به مفاهیم و تکنیک‌های مهندسی، استفاده از نرم‌افزارها، مهارت‌های تجسم فضایی، مهارت نرم، توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌های برنامه‌نویسی و مفاهیم محاسباتی، مهارت‌های فنی، مهارت سخنرانی‌های بین‌رشته‌ای، مهارت ریاضی، مهارت‌های مهندسی و مهارت‌های علمی و تولیدی، مهارت کد نویسی، سواد دیجیتال، مهارت‌های حرفه‌ای، مهارت‌های تخصصی و دانش جدیدی اشاره دارد؛ و همچنین برای پاسخ به سؤال دوم مبنی بر اینکه چه سازوکارهای برای دیجیتالی شدن برنامه درسی دانشجویان مهندسی نیاز هست؟ پس از بررسی مطالعات حاضر ۱۷ سازوکار شناسایی شد که اولین سازوکار «طراحی برنامه درسی منطبق با الزامات صنعت ٤.٠» می‌باشد که با ۱۹ مورد مطالعاتی پشتیبان، بیشترین فراوانی را داشت و سازوکار بعدی «استفاده و کاربرد عملی فناوری‌های دیجیتالی در برنامه درسی موسسات آموزش عالی» با ۱۷ مورد فراوانی در رتبه دوم قرار دارد. و همچنین سازوکار سومی «تدوین برنامه‌های درسی کاربردی همگرا بر اساس فناوری‌های نوین مانند دیجیتال و هوش مصنوعی؛ تغییرات بنیادین در ساختار آموزش، محتوا و تدریس» می‌باشد که با ۱۱ مورد فراوانی در رتبه و اولویت سوم می‌باشد. سایر سازوکارهای پیشنهادی به ترتیب فراوانی و اولویت در بخش یافته ها آمده است. بر اساس مهارت‌ها و سازوکارهای به‌دست‌آمده از بررسی مبانی نظری و مطالعات انجام‌شده، حاکی از نقش آن‌ها در راستای هم گام شدن با صنعت ٤.٠ و ارتقای کیفیت آموزشی دانشجویان مهندسی است. از طرفی نتایج مطالعات نشان می‌دهد که اولین شاخصی که برای اشتغال و آماده‌سازی فارغ‌التحصیلان بسیار مهم است، دانش استراتژی صنعت ٤.٠ می‌باشد (Pervez et al, 2018)؛ بنابراین برای چالش‌ها صنعت ٤.٠ مراکز آموزش عالی و دانشگاه‌ها باید به معرفی این فناوری‌های جدید در آموزش، طراحی برنامه درسی، مهارت‌های فناوری و اطلاعات، محیط آموزشی مبتنی بر فناوری بپردازند (Abedi et al, 2019). تا منجر به آماده‌سازی و اشتغال فارغ‌التحصیلان دانشجویان مهندسی در آینده گردد؛ و از طرفی دیگر این مهارت‌ها و سازوکارهای ارائه‌شده، می‌توانند راهنمای عمل اعضای هیئت‌علمی بخصوص اعضای هیئت‌علمی مهندسی قرار

گیرند زیرا برای هم‌راستا شدن با تحولات صنعت ٤.٠ ضروری هستند و از این طریق خود را با این تحولات سازگار نمایند؛ و همچنین به‌عنوان نقشه راه مدنظر دانشجویان مهندسی قرار بگیرد تا بتوانند بعد از پایان تحصیلات، به‌نوعی اشتغال خود را تضمین کنند.

علی‌رغم تلاش پژوهشگران در کیفیت بخشی به مطالعه، پژوهش کنونی از محدودیت زیر برخوردار است. روش پژوهش، فرا ترکیب بوده و پژوهشگران در مطالعات آینده می‌توانند بر سنجش و ارزیابی شایستگی‌ها با روش شناسی‌های کمی تاکید نمایند. همچنین سنجش شایستگی‌های مندرج در این مطالعه می‌تواند در سطح وسیعتر و مراکز آموزش عالی و رشته دانشگاهی صورت گیرد. در پایان شاید بتوان اذعان نمود آشنایی اعضای هیئت علمی با شایستگی‌های مندرج در این مطالعه در دوره‌های بهسازی و توانمندسازی اعضای هیات علمی بتواند در انطباق دانشجویان و شایستگی‌های موجود و فردای آنان با صنعت ٤.٠ در مسیر انقلاب صنعتی ٤.٠ و تضمین اشتغال آنان در آینده اثربخش و نقش آفرین باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

Abedi Jafari, A., Amiri, M., (2019). Meta-Synthesis as a Method for Synthesizing Qualitative Researches, Methodology of Social Science and Humanities, 25(99), 73-87. [Persian]

Agyemang, D. Y. & Fong, P. (2019, December). Towards Desirable Skill-Set Acquisition by Construction Management Students: A Systematic Review. In 16th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management and Organisational Learning, ICICKM 2019 (pp. 397-406). Academic Conferences and Publishing International Limited.

Ahadov, A. Asgarov, E. S. & El-Thalji, I. (2019, November). A summary of adapting Industry 4.0 vision into engineering education in Azerbaijan. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 700, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.

Akande, J. O. & Atiku, S. O. (2021). Developing Industry 4.0 accountants: implications for higher education institutions in Namibia. Development and Learning in Organizations: An International Journal.

Akbar, M. A. & Rashid, M. M. (2018, September). Technology-based learning system in internet of things (IoT) education. In 2018 7th international conference on computer and communication engineering (ICCCE) (pp. 192-197). IEEE.

Angrisani, L. Arpaia, P. Bonavolontà, F. & Moriello, R. S. L. (2018, April). Academic fablab at University of Naples Federico II: New research and development opportunities in the fileds of IoT and Industry 4.0. In 2018 Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT (pp. 23-27). IEEE.

Auer, M. E. Hortsch, H. & Sethakul, P. (Eds). (2020). The Impact of the 4th Industrial Revolution on Engineering Education: Proceedings of the 22nd International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2019)–Volume 2 (Vol. 1135). Springer Nature.

Baethge-Kinsky, V. (2020). Digitized industrial work: requirements, opportunities, and problems of competence development. Frontiers in sociology, 5, 33.

Barroso J. Gollop C. Sandelowski M. Meynell J. Pearce P. & Collins L. (2003). The challenge of searching for and retrieving qualitative studies. Western Journal of Nursing Research 25(2), 153–178.

Bondas, T., & Hall, E. O. (2007). Challenges in approaching metasynthesis research. Qualitative Health Research, 17(1), 113-121.

Borg, J., Scott-Young, C. M., & Turner, M. (2019). Smarter education: Leveraging stakeholder inputs to develop work-ready curricula. In Smart Education and e-Learning 2019 (pp. 51-61). Springer, Singapore.

Brezeanu, T. M., & Lazarou, E. (2020). ALIGNMENT BETWEEN ENGINEERING CURRICULUM AND SKILLS DEVELOPMENT FOR INDUSTRY 4.0. eLearning & Software for Education, 2.

Bryer, T. A. , & Seigler, D. (2012). Theoretical and instrumental rationales of student empowerment through social and web-based technologies. Journal of Public Affairs Education, 18(3), 429-448

Bueno-Delgado, M. V., Romero-Gázquez, J. L., Pavón-Mariño, P., Melero-Muñoz, F. J., & Cañavate-Cruzado, G. (2017). IN4WOOD: Developing an online and free training course to adapt the curricula of workers and managers of wood and furniture sector to the skills required by Industry 4.0. In 9th International Conference on Education and New Learning Technologies (pp. 536-543).

Catal, C., & Tekinerdogan, B. (2019). Aligning education for the life sciences domain to support digitalization and industry 4.0. Procedia computer science, 158, 99-106.

Chakrabarti, S., Caratozzolo, P., Norgaard, B., & Sjoer, E. (2021, November). Preparing Engineers for Lifelong Learning in the Era of Industry 4.0. In 2021 World Engineering Education Forum/Global Engineering Deans Council (WEEF/GEDC) (pp. 518-523). IEEE.

Chawantorn, Ch., Karakade, B. & Athakorn, K., (2020, August 26). Learning Experiences from Digital Factory Subject and Communications and People Skills Development for Engineering Leaders Subject. International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, Bangkok - Thailand. https://doi.org/10.5281/zenodo.4826035

Ciolacu, M., Svasta, P. M., Berg, W., & Popp, H. (2017, October). Education 4.0 for tall thin engineer in a data-driven society. In 2017 IEEE 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME) (pp. 432-437). IEEE.

de Las Heras, S. C., Gargalo, C. L., Gernaey, K. V., & Krühne, U. (2021). Programming skills across the (bio) engineering curriculum–a students' perspective. In Computer Aided Chemical Engineering (Vol. 50, pp. 2039-2044). Elsevier.

Demchenko, Y., Wiktorski, T., Gallego, J. C., & Brewer, S. (2019, September). EDISON data science framework (edsf) extension to address transversal skills required by emerging industry 4.0 Transformation. In 2019 15th International Conference on eScience (eScience) (pp. 553-559). IEEE.

Ekren, B. Y., & Kumar, V. (2020). Next Generation Digital Engineering Education: MOOCs. In 5th NA International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Michigan (pp. 1-11).

Ekren, B. Y., & Kumar, V. (2020, March). Engineering education towards industry 4.0. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering & Operations Management, Dubai, UAE (pp. 10-12).

Eriksson, K. M., Alsaleh, A., Behzad Far, S., & Stjern, D. (2022). Applying Digital Twin Technology in Higher Education: An Automation Line Case Study. Advances in Transdisciplinary Engineering, 21, 461-472.

Erwin, E. J., Brotherson, M. J. & Summers, J. A. (2011). Understanding QualitatMeta-synthesisesis: Issues and Opportunities in Early Childhood Intervention Research. Journal of Early Intervention, 33(3), pp. 186-200.

Finfgeld-Connett, D. (2014). Use of content analysis to conduct knowledge-building and theory-generating qualitative systematic reviews. Qualitative research, 14(3), 341-352.

Finfgeld-Connett, D. (2018). A guide to qualitative meta-synthesis. New York, NY, USA: Routledge.

Finfgeld-Connett, D., & Johnson, E. D. (2013). Literature search strategies for conducting knowledge-building and theory-generating qualitative systematic reviews. Journal of advanced nursing, 69(1), 194-204.

Gagaza, M., & Sarmiento, C. (2022, January). Investigating Mathematics Teachers' Perceived Design Thinking Mindset and Related Factors. In 2022 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning (IC4E) (pp. 59-64).

Giang, N. T. H., Hai, P. T. T., Tu, N. T. T., & Tan, P. X. (2021). Exploring the readiness for digital transformation in a higher education institution towards industrial revolution 4.0. International Journal of Engineering Pedagogy, 11(2), 4-24.

Goulart, V. G., Liboni, L. B., & Cezarino, L. O. (2022). Balancing skills in the digital transformation era: The future of jobs and the role of higher education. Industry and Higher Education, 36(2), 118-127.

Gupta S.L., Kishor N., Mishra N., Mathur S., Gupta U (2021). Digitalization of higher education using cloud computing: Implications, risk, and challenges. Published December 29, 2021, by Chapman and Hall/CRC 240 Pages 21 B/W Illustrations.

ISBN 9781032066134

Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C. A., & Morales-Menendez, R. (2020). Engineering education for smart 4.0 technology: a review. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 14(3), 789-803.

Huang, Z., Shen, Y., Li, J., Fey, M., & Brecher, C. (2021). A survey on AI-driven digital twins in Industry 4.0: Smart manufacturing and advanced robotics. Sensors, 21(19), 6340.

Kampakaki, E., & Papahristou, E. (2020). Digital Intelligence as Prerequisite of Artificial Intelligence's Integration in the Clothing Industry 4.0. In SETN Workshops (pp. 36-41).

Kengpol A., Koohathongsumrit N., Meethom W. (2020). Design, Implementation, and Improvement of the Course for Master's Degree Program in Industry 4.0: A Case Study in Digital Factory Subject

Krizanic, S., Hrustek, L., & Tomicic-Pupek, K. (2019). Raising the readiness for using digital technologies in teaching processes. in edulearn19 Proceedings (pp. 5601-5607). IATED.

Kropivsek, J., Zupancic, A., Jost, M., Oblak, L., & Govedic, T. B. (2018). Digitalization of higher education as part of the implementation of Industry 4.0 in the wood sector in Slovenia. Increasing the use of wood in the global bio-economy: Proceedings of Scientific Papers, 242-252.

Kuttolamadom, M., Wang, J., Griffith, D., & Greer, C. (2020, January). Educating the Workforce in Cyber and Smart Manufacturing for Industry 4.0. In ASEE annual conference exposition proceedings.

Le Thi, T. V., & Haugaard, H. (2020). Digital competencies of higher education students: current approaches and collaboration possibilities by developing and implementing a curriculum-integrated program and self-Assessment-Tool. INTED2020 Proceedings, 3956-3965.

Li, L. (2020). Education supply chain in the era of Industry 4.0. Systems Research and Behavioral Science, 37(4), 579-592.

Lieu, T. T. B., Duc, N. H., Gleason, N. W., Hai, D. T., & Tam, N. D. (2018). Approaches in developing undergraduate IT engineering curriculum for the fourth industrial revolution in Malaysia and Vietnam. Creative Education, 9(16), 2752-2772

Liljaniemi, A., & Paavilainen, H. (2020). Using digital twin technology in engineering education–course concept to explore benefits and barriers. Open Engineering, 10(1), 377-385.

Lindner, F., Winkler, D., & Keil, S. (2021, November). Required Competence Development in Higher Education to Manage the Digital Transformation in the Industry: Participatory Action Research with Stakeholders Applying the Analytic Hierarchy Process. In 2021 World Engineering Education Forum/Global Engineering Deans Council (WEEF/GEDC) (pp. 1-6). IEEE.

Major, C. & Savin-Baden, M. (2010). An introduction to qualitative research synthesis: Managing the information explosion in social science research. New York: Routledge.

Makarova, I., Mustafina, J., Buyvol, P., Mukhametdinov, E., & Mavrin, V. (2022). Digitalization of Engineering Education in Training for Industry 4.0. In International Conference on Interactive Collaborative Learning (pp. 797-809). Springer, Cham.

Makhachashvili, R., & Semenist, I. (2021). Interdisciplinary trends of digital education in the COVID-19 paradigm: Global event horizon. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics, 19(9), 57-64.

Malach, J., & Vicherkova, D. (2020, September). Background of the Revision of the Secondary School Engineering Curriculum in the Context of the Society 4.0. In International Conference on Interactive Collaborative Learning (pp. 263-

274). Springer, Cham.
Masrifah, N., & Sudira, P. (2020, May). Redesign of vocational education curriculum in industrial digitalization 4.0. In Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Modern Educational Technology (pp. 25-29).
Matthews, A., McLinden, M., & Greenway, C. (2021). Rising to the pedagogical challenges of the Fourth Industrial Age in the University of the Future: an integrated model of scholarship. Higher Education Pedagogies, 6(1), 1-21.
Membrillo-Hernandez, J., Molina-Solís, E. G., Lara-Prieto, V., & Garcia-García, R. M. (2019, September). Designing the curriculum for the 4IR: working the case of biology and sustainable development in bioengineering courses. In International Conference on Interactive Collaborative Learning (pp. 306-315). Springer, Cham.
Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., & Alkhalefah, H. (2020). Adapting universities for sustainability education in industry 4.0: Channel of challenges and opportunities. Sustainability, 12(15), 6100.
Mijailovic, Đ., Đordevic, A., Stefanovic, M., Vidojevic, D., Gazizulina, A., & Projovic, D. (2021). A Cloud-Based with Microcontroller Platforms System Designed to Educate Students within Digitalization and the Industry 4.0 Paradigm. Sustainability, 13(22), 12396.
Mohammadi, M ; Saberi, M ; Salimi, Gh & Noori, N. (2018). A Practical Guide to Meta-Synthesis Method for Identifying Professional Competencies of Teachers in Teaching Nature of Science, Journal of Curriculum Studies, 13(50), 73-106. [Persian]
Montaudon-Tomas, C. M., Pinto-Lopez, I. N., & Yanez-Moneda, A. L. (2020). Virtual reality in hospitality and tourism educational programs: preparing students for the experience economy. In INTED2020 Proceedings (pp. 7090-7098). IATED.
Muktiarni, M., Widiaty, I., Abdullah, A. G., Ana, A., & Yulia, C. (2019, December). Digitalization trend in education during industry 4.0. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1402, No. 7, p. 077070). IOP Publishing.
Najafi, F; Monjazebi, F; Nikpeyma, N. (2013). Meta-synthesis of qualitative research in nursing: a literature review, Journal of Qualitative Research in Health Sciences, 2(4), 320-335. [Persian]
Niemela, P., Pears, A., Dagienė, V., & Laanpere, M. (2021, August). Computational Thinking–Forces Shaping Curriculum and Policy in Finland, Sweden, and the Baltic Countries. In Open Conference on Computers in Education (pp. 131-143). Springer, Cham.
Nithyanandam, G., Munguia, J., & Marimuthu, M. (2022). "Digital literacy": Shaping industry 4.0 engineering curriculums via factory pilot-demonstrators. Advances in Industrial and Manufacturing Engineering, 5, 100092.
Noblit, G. W. Hare, R. D. & Hare, R. D. (1988). Meta-ethnography: Synthesizing qualitative studies (Vol.
Paterson, B. L. Thorne, S. E. Canam, C. & Jillings, C. (2001). Meta-study of qualitative health research: A practical guide to meta-analysis and meta-synthesis (Vol. 3). Sage.
Paterson, B. L., Throne, S. E., Canam, C., & Jillings, C. (2001). Meta-study of qualitative health research: A practical guide to meta-analysis and meta-synthesis, Thousand Oaks, CA: Sage.
Pattanapairoj, S., Nitisiri, K., & Sethanan, K. (2021). A Gap Study between Employers' Expectations in Thailand and Current Competence of Master's Degree Students in Industrial Engineering under Industry 4.0. Production Engineering Archives, 27.
Pattanapairoj, S., James, Th., Nanthapodej, R., & Sethanan, K., (2020, August 26). A Gap Analysis between the Expectation of Industry 4.0 and the Ability of the Current

Industrial Engineering Graduates in Khon Kaen University. International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, Bangkok - Thailand. https://doi.org/10.5281/zenodo.4807655

Pervez, S., & Abosaq, N. (2018). Emerging technologies for implementation of education system for the citizens of smart societies. International E-Journal of Advances in Social Sciences, 4(11), 521-527.

Pervez, S., & Alandjani, G. (2018). 21ST-Century educational requirements and teaching strategies for competing with the cyborgs. ijasos-International E-journal of Advances in Social Sciences, 4(11), 528-537.

Prieto, M. D. , Sobrino, Á. F. , Soto, L. R. , Romero, D. , Biosca, P. F. , & Martínez, L. R. (2019, September). Active learning-based laboratory towards engineering education 4.0. In 2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA) (pp. 776-783). IEEE

Rodríguez-Calderón, R., & Belmonte-Izquierdo, R. (2021). Educational Platform for the Development of Projects Using Internet of Things. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, 16(3), 276-282.

Sackey, S. M., & Bester, A. (2016). Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context. South African Journal of Industrial Engineering, 27(4), 101-114.

Salimi, F. F., Salimi, F., Taghipoor, H., Mokhtarname, R., Safavi, A. A., & Urbas, L. (2022, March). Active Learning on the Collaborative Digital Twin of the Process Plants. In 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 878-883). IEEE.

Sandelowski, M. & Barroso, J. (2006). Handbook for synthesizing qualitative research. springer publishing company.

Sandelowski, M. Barroso, J. & Barroso, J. (2007). Handbook for Synthesizing Qualitative Research. Springer Publishing Company.

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2003). Classifying the findings in qualitative studies. Qualitative health research, 13(7), 905-923.

Shokaliuk, S. V., Bohunenko, Y. Y., Lovianova, I. V., & Shyshkina, M. P. (2020, March). Technologies of distance learning for programming basics on the principles of integrated development of key competencies. In CTE Workshop Proceedings (Vol. 7, pp. 548-562).

Siddoo, V., Sawattawee, J., Janchai, W., & Thinnukool, O. (2019). An exploratory study of digital workforce competency in Thailand. Heliyon, 5(5), e01723.

Simmons, E., & McLean, G. (2020). Understanding the paradigm shift in maritime education: The role of 4th Industrial Revolution technologies: An industry perspective. Worldwide Hospitality and Tourism Themes, 12(1), 90-97.

Sithembiso, K. (2020, December). Awareness of Digital Literacy on Young Innovators in the Fourth Industrial Revolution. In European Conference on Knowledge Management (pp. 719-XVIII). Academic Conferences International Limited.

Spottl, G., & Windelband, L. (2021). The 4th industrial revolution–its impact on vocational skills. Journal of Education and Work, 34(1), 29-52.

Stadnicka, D., Sęp, J., Amadio, R., Mazzei, D., Tyrovolas, M., Stylios, C., ... & Navarro, J. (2022). Industrial Needs in the Fields of Artificial Intelligence, Internet of Things and Edge Computing. Sensors, 22(12), 4501.

Thannimalai, R., & Raman, A. (2018). The Influence of Principals' Technology Leadership and Professional Development on Teachersâ€™ Technology Integration in Secondary Schools. Malaysian Journal of learning and Instruction, 15(1), 201-226.

Tri, N. M. , Hoang, P. D. , & Dung, N. T. (2021). Impact of the industrial revolution 4.0 on higher education in Vietnam: challenges and opportunities. Linguistics and Culture Review, 5(S3), 1-15.

Tsinonis, T. (2018). How to use ICT in the classroom effectively: The technological blend. In The future of innovation and technology in education: Policies and practices for teaching and learning excellence. Emerald Publishing Limited.

Windisch-Koenig, M. (2019). Curriculum design considering industry 4.0 and digitalization–buzzwords or necessity? in inted2019 Proceedings (pp. 1959-1963). IATED.

Wong, W. Y., Sam, T. H., & Yu, S. W. (2020, December). An Innovative, Practical-based and Commercial-based Approach: Techno-Commerce Entrepreneurship Shaping the Outcome-based Learning. In 2020 IEEE 8th Conference on Systems, Process and Control (ICSPC) (pp. 140-145). IEEE.

Yustisia, H., Jalinus, N., & Rizal, F. (2021). A New Approached Of Student Industrial Field Experience Program In The Era Of Digital Age. Journal of Technical Education and Training, 13(1), 167-175.

Yusuf, B., Walters, L. M., & Sailin, S. N. (2020). Restructuring Educational Institutions for Growth in the Fourth Industrial Revolution (4IR): A Systematic Review. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15(3).

Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: A question of dialoguing with texts. Journal of Advanced Nursing, 53, 311-318.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Journal of Curriculum Research
Vol.13, No.1, 2023, Ser 25

Development of Engineering Students' Skills to Meet Industry 4.0 Demands: Guidelines for Designing New University Curricula

Mosayeb Bameri[1], Ghasem Salimi[2]*, Rahmat Allah Marzoghi[3], Ali Akbar Safavi[4], and Mehdi Mohammadi[5]

Abstract

Nowadays, it is an institutionalized view that universities and higher education centers can improve their teaching and learning approaches through the curriculum. Recent studies have shown that many universities are adapting curricula and educational approaches to Industry 4.0. The current study aimed to identify the digital skills required to be included in engineering students' curriculum and provide mechanisms to adapt engineering students' competencies to Industry 4.0. This study utilized Sandelowski and Barroso's (2006) six-step meta-synthesis. By searching reliable databases, 61 studies were selected, analyzed, and coded. The findings revealed that the skills required by engineering students in the curriculum included the following: 1. technological and digital skills, 2. engineering skills, and 3. basic skills. Furthermore, the analysis of data resulted in the identification of 21 mechanisms. Five of these mechanisms are as follows: 1. curriculum design following the requirements of Industry 4.0, 2. the use and practical application of digital technologies in the curricula of higher education institutions, 3. developing a convergent curriculum based on new technologies and fundamental changes in the structure of education, course content, and teaching, 4. lab-based and practical education in engineering education curricula, and 5. education of engineerring students based on a technological platform to develop digital skills in them to meet the demands of Industry 4.0. Finally, some operational guidelines are provided on how to update university curricula.

Keywords: higher education, Industry 4.0, engineering students, curriculum development, digital technologies

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. PhD Student in Educational Administration, Faculty of Education & Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran (m.bamari@shirazu.ac.ir)
2. Associate Professor, Faculty of Education & Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran (Corresponding Author) (Salimi@shirazu.ac.ir)
3. Professor, Faculty of Education & Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran marzoghi@yahoo.com
4. Professor, Faculty of Electronics and Computer Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran (safavi@shirazu.ac.ir)
5. Associate Professor, Faculty of Education & Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran (M48r52@gmail.com)